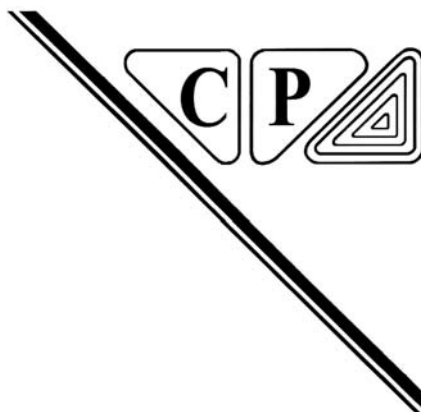


Серия
справочников
для рабочих



Справочник слесаря-монтажника технологического оборудования

*Издание третье,
переработанное и дополненное*

Под общей редакцией В.И. Голованова



Москва
«Машиностроение»
2010

УДК 681.3-05(035)

ББК 34.5-5-08я2

С 74

Авторы: *В.И. Голованов*, д-р экон. наук, проф., *П.П. Алексеенко*, канд. техн. наук, доц.,
В.А. Калугин, *Л.А. Григорьев*, *Э.Н. Исаков*, *Ю.А. Батанов*, кандидаты техн.
наук, старшие научные сотрудники

С 74 **Справочник** слесаря-монтажника технологического оборудования / В.И. Голованов, П.П. Алексеенко, В.А. Калугин и др.; под общ. ред. В.И. Голованова, В.А. Калугина. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2010. 640 с.: ил. (Серия справочников для рабочих)

ISBN 978-5-94275-528-7

Изложены основы строительно-монтажного производства, система обеспечения безопасности при выполнении монтажных работ. Даны основы и практические рекомендации по эффективной деятельности монтажных предприятий и организаций в современных рыночных отношениях. Главное внимание обращено на вопросы технологической подготовки производства, методы осуществления основных монтажных работ, приемы выполнения слесарных, сборочных и вспомогательных работ и обеспечение их безопасного производства. Приведены сведения о составе и технологической структуре процессов и операций, выполняемых при монтаже оборудования промышленных предприятий. Представлены характеристики точности, технические характеристики инструмента, машин и приспособлений, используемых монтажниками. Рассмотрены вопросы испытания и ввода оборудования в эксплуатацию, а также организации оплаты труда в монтажных организациях.

По сравнению со вторым изданием содержание справочника значительно видоизменено, а объем увеличен. Введены новые главы: «Основы строительно-монтажного производства», «Обеспечение безопасности при производстве строительно-монтажных работ», «Нормирование и оплата труда монтажников». Приведены новые виды инструментов и приспособлений и их характеристики. Дополнены отдельные главы и внесены изменения в технологию и процессы монтажа оборудования. Обновлено система стандартов и внесены соответствующие изменения в справочник. (Государственные стандарты даны по состоянию на 01.01.2008 г.)

Справочник предназначен для слесарей-монтажников промышленного и технологического оборудования, рабочих смежных специальностей, учащихся специальных учебных заведений, техникумов и колледжей.

УДК 681.3-05(035)

ББК 34.5-5-08я2

ISBN 978-5-94275-528-7

© В.И. Голованов, В.А. Калугин и др., 2010

© Издательство «Машиностроение», 2010

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов,
опубликованных в данной книге, допускаются только с разрешения
издательства и со ссылкой на источник информации

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
Глава 1. ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА (<i>В.И. Голованов</i>)	7
1.1. Основные понятия, сущность строительства и роль предприниматель- ства в повышении эффективности его деятельности.	7
1.2. Виды предприятий и организаций, работающих в сфере строительства и монтажа, и их организационно-правовые формы	13
Глава 2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ (<i>В.И. Голованов, В.А. Калугин</i>) . . .	20
2.1. Обеспечение безопасности при производстве монтажных, транспорт- ных и погрузочно-разгрузочных работ	20
2.2. Обеспечение безопасности при эксплуатации строительных машин, транспортных средств, производственного оборудования, средств механизации, приспособлений, оснастки, ручных машин и инструмента	24
2.3. Обеспечение электро- и пожаробезопасности	33
2.4. Обеспечение безопасности при производстве электросварочных и газопламенных работ	35
2.5. Обеспечение безопасности при возможном воздействии вредных производственных факторов	38
Глава 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНТАЖА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ (<i>П.П. Алексеенко, В.И. Голованов</i>).	41
3.1. Особенности монтажного производства	41
3.2. Технологические процессы и операции монтажа	43
3.3. Документация для монтажных работ	50
3.4. Организация монтажных работ	55
3.5. Порядок проведения монтажных работ	57
3.6. Подготовка производства работ и повышение монтажной технологичности оборудования	60
3.7. Организация монтажной площадки и требования к обеспечению ее безопасности	62
3.8. Требования к безопасности монтажных площадок	64
Глава 4. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ (<i>В.И. Голованов</i>)	68
4.1. Приемка и подготовка оборудования к монтажу.	68
4.2. Приемка строительной части объекта.	80
4.3. Предмонтажное укрупнение оборудования в блоки	86
4.4. Установка фундаментных болтов	88
Глава 5. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОЧНОСТИ И ОСНОВЫ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ МОНТАЖЕ (<i>П.П. Алексеенко, В.А. Калугин, Ю.А. Батанов</i>).	106
5.1. Общие положения	106
5.2. Метрологическое обеспечение точности	127

5.3. Технологическое обеспечение точности	132
5.4. Геодезическое обоснование монтажа	144
Глава 6. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СЛЕСАРНО-СБОРОЧНЫХ РАБОТ (П.П. Алексеенко, Л.А. Григорьев, В.А. Калугин)	147
6.1. Разметочный и ударный инструмент	147
6.2. Зажимный инструмент	156
6.3. Ручной инструмент для резки и обработки металла	174
6.4. Инструмент для обработки отверстий	177
6.5. Инструмент для нарезания резьбы	199
6.6. Ручной инструмент для сборки резьбовых соединений	226
Глава 7. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ МОНТАЖЕ (В.А. Калугин, В.И. Голованов, Ю.А. Батанов)	261
7.1. Метрологические характеристики средств измерений	261
7.2. Меры	264
7.3. Измерительный инструмент	280
7.4. Приборы для линейных измерений	297
7.5. Приборы для измерения углов	326
7.6. Приборы для контроля формы и расположения поверхностей	343
Глава 8. РУЧНЫЕ И ПЕРЕНОСНЫЕ МАШИНЫ (В.А. Калугин, Л.А. Григорьев)	358
8.1. Общие сведения	358
8.2. Ручные сверлильные машины	360
8.3. Ручные шлифовальные машины	366
8.4. Ручные специализированные машины	381
8.5. Ручные резьбозавертывающие машины	393
8.6. Ручные машины ударного и ударно-вращательного действия	395
8.7. Устройства для гибки труб	397
8.8. Организация инструментального хозяйства	399
8.9. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт ручных машин	407
Глава 9. СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ (Л.А. Григорьев, В.А. Калугин)	409
9.1. Разметка заготовок и деталей	409
9.2. Правка, рихтовка и гибка	409
9.3. Рубка, резание и опиливание	413
9.4. Сверление, развертывание, зенкерование и зенкование	416
9.5. Нарезание резьбы	421
9.6. Шабрение, притирка, доводка и полирование	429
9.7. Пайка и лужение	437
9.8. Клепка, развальцовка труб и склеивание	441
9.9. Подготовка деталей (заготовок) под сварку	447
Глава 10. СБОРКА ТИПОВЫХ УЗЛОВ (В.И. Голованов, Л.А. Григорьев)	450
10.1. Резьбовые соединения	450
10.2. Соединения с гарантированным натягом	466
10.3. Шпоночные и шлицевые соединения	469
10.4. Соединительные муфты	474
10.5. Подшипники	481
10.6. Передачи	485

Глава 11. ТАКЕЛАЖНЫЕ СРЕДСТВА И ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ РАБОТЫ	
(Э.Н. Исаков)	505
11.1. Канаты и стропы	505
11.2. Блоки и полиспасты	529
11.3. Монтажные лебедки и якоря	535
11.4. Краны и специальные такелажные средства	537
11.5. Тали и переносные лебедки	544
11.6. Домкраты для такелажных работ (В.А. Калугин).	546
Глава 12. УСТАНОВКА, ВЫВЕРКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ	
НА ФУНДАМЕНТАХ (В.А. Калугин, В.И. Голованов)	560
12.1. Способы установки оборудования	560
12.2. Выверка и регулирование положения оборудования	565
12.3. Закрепление оборудования	584
Глава 13. ИСПЫТАНИЕ И СДАЧА ОБОРУДОВАНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ	
(В.И. Голованов)	589
13.1. Виды, состав и особенности индивидуальных испытаний и обеспечение безопасности их выполнения	589
13.2. Особенности испытаний оборудования различных типов	595
13.3. Комплексное опробование и сдача оборудования в эксплуатацию	603
Глава 14. НОРМИРОВАНИЕ И ОПЛАТА ТРУДА МОНТАЖНИКОВ	
(В.И. Голованов)	605
14.1. Организация заработной платы	605
14.2. Нормирование труда	607
14.3. Формы оплаты труда	609
14.4. Премирование монтажников	624
14.5. Контрактная система найма и оплаты труда	625
14.6. Основы расчета заработной платы	625
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	628
САМОРЕГУЛИРУЕМЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	
И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	629
ПРИЛОЖЕНИЯ по ГОСТ 29308–92 (ИСО 1703–83)	633

ПРЕДИСЛОВИЕ

В процессе капитального строительства промышленных объектов выполняются монтажные работы, представляющие собой один из трех видов строительно-монтажных работ: строительных, специальных строительных и монтажных.

Монтаж оборудования — важнейший этап производственного процесса строительства новых и технического перевооружения (реконструкции) действующих промышленных предприятий. Он неразрывно связан со всеми предшествующими технологическими процессами изготовления оборудования и является завершающим этапом сборки из отдельных агрегатов, машин и узлов целых линий и установок на месте их эксплуатации. От монтажа в значительной степени зависят сроки освоения выпуска новых видов продукции и работоспособность технологического оборудования.

Разнообразие видов технологических процессов монтажа, сложность монтируемого оборудования, специфические условия монтажной площадки

требуют от рабочих-монтажников глубоких профессиональных знаний, высокой квалификации и владения смежными специальностями.

Цель издания справочника — дать монтажникам необходимые сведения по деятельности монтажных организаций в условиях современных рыночных отношений, по современной подготовке и технологии выполнения как всего комплекса монтажных работ, так и отдельных слесарных, такелажных, сборочных и контрольных процессов и операций, работ по установке, выверке и закреплению на фундаментах смонтированного оборудования, его испытанию и сдаче в эксплуатацию, обеспечению безопасности организации и выполнения работ, а также нормированию и оплате труда монтажников. Значительное внимание обращено на прогрессивные средства механизации технологических процессов, инструмент и приспособления, средства и методы обеспечения точности монтажа технологического оборудования.

Глава 1

ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1. Основные понятия, сущность строительства и роль предпринимательства в повышении эффективности его деятельности

Экономическая мощь страны во многом достигается благодаря эффективному развитию строительного производства.

Строительство — это самостоятельная отрасль национальной экономики, предназначенная для ввода в действие новых, а также реконструкции, расширения, модернизации, технического перевооружения и капитального ремонта действующих объектов производственного и непроизводственного назначения.

Целью деятельности любого общества является производство благ (материальных и нематериальных) для удовлетворения потребностей людей, что невозможно без участия строительной отрасли, служащей для создания и модернизации производственных и непроизводственных фондов.

По объему производимой продукции и количеству занятых людских ресурсов на строительную отрасль приходится около десятой части национальной экономики. В отрасли функционируют примерно 140 тыс. строительных и монтажных предприятий и свыше 11 тыс. проектно-изыскательских организаций. В результате перехода к рыночной экономике, разгосударствления и акционирования крупных строительного-монтажных трестов и объединений резко увеличилось число малых и средних строительных и монтажных предприятий всех форм собственности. В строительстве работают около 20 % существующих в стране малых предприятий.

В строительном процессе выделяют три этапа:

1) подготовку строительства, включающую в себя технико-экономическое обоснование целесообразности производства строительной продукции, инженерно-строительную подготовку к строительству и технологическое проектирование объекта;

2) собственно строительство — создание строительной продукции;

3) реализацию строительной продукции — ввод построенного объекта в эксплуатацию.

Продукцией (товаром) в строительной отрасли являются законченные и введенные в эксплуатацию объекты и предприятия: заводы, фабрики, железные и автомобильные дороги, электростанции, гидротехнические сооружения, жилые дома и другие объекты для всех отраслей национального хозяйства.

К особенностям строительства относятся организационно-техническая сложность производимой продукции, возводимых зданий и сооружений как производственного, так и непроизводственного назначения.

В строительстве перемещаются рабочие места и строительная техника (машины и механизмы), а сама строительная продукция (здания и сооружения) остается недвижимой. Значительный объем работ выполняется под открытым небом.

В промышленности, в отличие от строительства, продукция имеет подвижный характер, а рабочие места, машины, механизмы, оборудование, технологическая оснастка пространственно остаются на том же месте (цех, предприятие).

В строительстве промышленных объектов принимают участие многие

строительно-монтажные организации, что обусловлено особенностями выполняемых работ, а в промышленности конечную продукцию выпускает один исполнитель.

Для строительства характерны длительные сроки производства: от начала проектно-изыскательских работ, проектирования, процесса строительства объекта до введения его в эксплуатацию иногда проходит несколько лет.

Составной частью строительства является капитальное строительство.

Капитальное строительство — это процесс возведения площадей для производственных и непроизводственных фондов.

Капитальное строительство как отрасль народного хозяйства участвует в создании основных фондов для всех его отраслей. Продукцией капитального строительства являются вводимые в действие и принятые производственные мощности, объекты непроизводственного назначения, которые по мере их ввода в эксплуатацию становятся основными фондами. В их создании участвуют и другие отрасли: промышленность строительных материалов, металлургия, машиностроение, химическая промышленность, энергетика и др. В сфере капитального строительства работают более 70 отраслей национальной экономики, обеспечивающие материально-технические ресурсы: технологическое оборудование, металл, цемент, лес, строительные машины, транспорт, топливо, энергию и т.д. В отрасли используется более 50 % продукции промышленности строительных материалов, около 10 % пиломатериалов, более 10 % продукции машиностроения.

В результате капитального строительства создаются материальные условия (блага), обеспечивающие функционирование средств производства.

Строительная отрасль объединяет деятельность общестроительных и специализированных организаций (в том

числе монтажных), проектно-изыскательских и научно-исследовательских учреждений, предприятий строительных материалов и конструкций и др.

Капитальное строительство отличается многообразием возводимых объектов: промышленных (фабрик, заводов), жилищно-гражданских, транспортных, гидротехнических, атомных станций и т.д.

Промышленное строительство связано с концентрацией возводимых площадей на определенной территории и сложностью сооружаемых объектов, например предприятий нефтяной, металлургической, химической, машиностроительной промышленности. Работы ведутся зачастую достаточно долго и на одной территории, а перебазирование грузоподъемных машин, механизмов, строительно-монтажных организаций минимально. При этом сохраняется стабильный состав работающего персонала (кроме тех случаев, когда работы выполняются «вахтовым» методом).

При строительстве объектов транспорта, магистральных трубопроводов, линий электропередачи характерны: малый объем строительно-монтажных работ, выполняемых на одной площадке; перемещение рабочих мест по ходу сооружения объектов и часто в необустроенных местах.

Большую роль в строительно-монтажных работах играют климатические и местные условия. Отрицательные или, наоборот, высокие температуры требуют выполнения специальных мероприятий, обеспечивающих высококачественное возведение объектов. Для строительства одинаковых объектов в различных географических районах необходимы различные материальные ресурсы, на которые влияют сейсмические условия, рельеф местности, геология грунта, грунтовые воды, способы доставки на стройки технологического оборудования, конструкций, материалов, строительных, грузоподъемных машин и механизмов и т.д.

Капитальное строительство требует больших затрат экономических ресурсов в течение достаточно длительного периода.

Экономические ресурсы — это все то, что нужно для процесса производства: *капитал, труд, земля и предпринимательство*.

Капитал — это общее название всех средств производства, созданных людьми для выпуска товаров и услуг. Это заводы и фабрики, магазины, институты, технологическое оборудование, транспорт, интеллектуальная собственность (например, изобретения, компьютерные программы). Капитал включает в себя и денежные средства, предназначенные для приобретения физического капитала.

Труд — это целесообразная деятельность человека, в процессе которой он при помощи орудий труда воздействует на природу и использует ее в целях создания товаров и услуг, необходимых для удовлетворения своих потребностей.

Земля — это общий источник природных ресурсов: продуктов растительного и животного мира, полезных ископаемых, воды и др.

Предпринимательство — это общественно значимая инициативная или самостоятельная деятельность людей, протекающая во всех сферах жизнедеятельности общества (в том числе в капитальном строительстве) на основе активного применения потенциала предпринимателя, направленная на создание интеллектуальных и материальных ценностей или увеличение денежного капитала в форме производства товаров или оказания услуг.

Предпринимательство как фактор производства по своей сути близок к труду, а носителем и труда, и предпринимательства является человек. Однако оба эти фактора не одно и то же. Экономическое процветание обеспечивается определенными ресурсами: трудовыми, производственными и техническими.

При этом очень важны: внедрение инновационных технологий, использование изобретений, новых форм организации труда, нахождение новых сфер вложения капитала и обеспечение конкурентоспособности предприятия.

Предпринимательство — это постоянный поиск новых форм организации монтажного производства и управления им. Должна реализовываться идея, заложенная в основу современной экономики: достижение человеческих потребностей может быть решено только благодаря эффективному предпринимательству.

При этом главным субъектом предпринимательской деятельности является сам *предприниматель*, который и организует деятельность предприятия.

Важнейший субъект предпринимательства — *потребитель*. Без взаимодействия предпринимателя с потребителем и учета интересов последнего предпринимательство теряет смысл.

Не менее важный партнер предпринимателя — *поставщик ресурсов* (сырья, комплектующих деталей, энергоресурсов и т.д.).

Привлечение заемного капитала — одна из основ практики предпринимательства, поэтому *собственники капитала* (банки, фонды и т.п.) как инвесторы, вкладывающие свои деньги в реализацию идей предпринимателя, также являются субъектами предпринимательства.

К субъектам предпринимательства относятся также и *наемные работники*: от менеджеров-управленцев до слесарей-монтажников, обеспечивающих функционирование предприятия.

В эффективной деятельности предприятий любой формы собственности большую роль играет *государство*. На основе законов оно устанавливает «правила игры» на рынке, обеспечивает экономико-правовую среду для предпринимательства, его защиту и является покупателем произведенной продукции или услуг.

Предпринимателем может быть любой дееспособный гражданин Российской Федерации в соответствии с действующим законодательством.

Гражданский кодекс РФ определяет несколько видов предпринимательской деятельности.

Производственное предпринимательство — основной вид предпринимательской деятельности. Именно производство дает нам тот набор товаров и услуг, который создает основную массу валового национального продукта и обеспечивает наше благосостояние.

Принимая решение о производстве продукции, предприниматель решает свою основную проблему: что и в каких объемах необходимо производить и насколько эффективно будут использованы имеющиеся в его распоряжении ресурсы. Для этого проводятся предварительные маркетинговые исследования, в результате которых изучаются желания покупателей; выявляются спрос и тенденции его развития; разрабатывается и создается товар, отвечающий потребностям покупателей; устанавливаются разумные цены и принимаются меры по продвижению товара на рынок. Выделение средств из государственного бюджета для оплаты товаров или услуг осуществляется строго на основе проведения конкурсов или аукционов.

Коммерческое предпринимательство — это в первую очередь посредническая деятельность. Без посредников невозможно организовать крупномасштабную и эффективную доступность огромной массы товаров потребителю. *Коммерсант* — посредник, который специализируется исключительно на торговле, что резко повышает эффективность его работы. Производитель делает все это гораздо хуже и дороже.

Структура коммерческо-посреднического предпринимательства включает в себя *оптовую и розничную торговлю*.

Оптовик приобретает товары с целью их перепродажи; его сделки значитель-

но крупнее, чем у розничных торговцев. В современной экономике около 60...70 % товаров производят мелкие изготовители, а им не под силу содержать собственные торговые сети, а также розничным торговцам для эффективной работы нужен широкий товарный ассортимент, и им выгодней покупать набор товаров у одного оптовика, а не у большого количества мелких производителей и по частям.

Розничная торговля — это продажа товаров и услуг непосредственным потребителям. В странах с развитой экономикой различные магазины составляют больше четверти общего числа всех коммерческих организаций. Розничные торговцы работают при динамично меняющихся условиях, они на передней линии контакта с покупателями и первыми улавливают сигналы об изменении конъюнктуры рынка, передавая их производителям через оптовиков.

Что такое *финансовое предпринимательство*? Для нормальной работы предприятия требуются финансовые ресурсы, необходимые для создания предприятия, поддержания его работоспособности и развития. В первую очередь деньги поступают на его счет в результате выручки от продажи предприятием, предоставляемых им товаров и услуг. После оплаты расходов на их производство, реализацию, выплаты налогов оставшиеся средства образуют прибыль предприятия. Это основной внутренний источник финансирования, часто покрывающий до 70 % потребности предприятия в денежных средствах. Остальные финансовые ресурсы предприятие вынуждено изыскивать самостоятельно, в основном на финансовом рынке.

Финансовый рынок — это система финансовых организаций — таких как коммерческие банки, инвестиционные фонды и компании, фондовые биржи и т.д. Финансовый рынок делится на два относительно самостоятельных сегмента: рынок банковских кредитов и рынок

ценных бумаг. Ведущую роль на *рынке банковских кредитов* выполняют коммерческие банки. Например, в США их насчитывается около 14 тыс., в России — несколько тысяч. Коммерческие банки выполняют две основные функции: аккумулярование и хранение денег предприятий и населения, а также выдачу кредитов — платных и возвратных ссуд. Для более долгосрочного инвестирования используется *рынок ценных бумаг*. Ценные бумаги бывают двух видов: долевыми и долговыми.

К *долевым ценным бумагам* относятся все разновидности акций. Акция — главная ценная бумага финансового рынка, удостоверяющая право владельца на долю в имуществе предприятия.

Основные *долговые ценные бумаги* — это облигации, векселя и депозитные сертификаты. Они удостоверяют отношения займа между владельцем и организацией, выпустившей ценную бумагу.

Для организации рынка ценных бумаг созданы специализированные торговые системы, объединяющие продавцов, покупателей и посредников (финансовых брокеров). Особое место в торговых системах занимает *фондовая биржа*, которая является не только удобным местом для совершения сделок по ценным бумагам, но и системой организации рынка по строгим и обязательным для всех правилам.

Таким образом, финансовое предпринимательство имеет много общего с коммерческо-посредническим, объектом купли-продажи здесь выступает специфический товар, а именно: деньги, валюта, драгоценные металлы, ценные бумаги.

Страховое предпринимательство — это разновидность финансового. Предприниматель заключает договор со страховой компанией, страхуя свои риски в процессе ведения бизнеса, и выплачивает ей небольшие деньги, при этом номинальная цена страхового взноса

обычно в несколько раз меньше цены застрахованного имущества.

Капитальное строительство является частью инвестиционной деятельности предпринимателей и государства, осуществляемой в форме капитальных вложений.

В строительно-монтажном процессе субъектами инвестиционной деятельности являются: инвестор, заказчик, проектировщик, застройщик, подрядчик, субподрядчик, пользователь объектов капитальных вложений и другие лица.

Инвестор — юридическое или физическое лицо, осуществляющее вложение собственных, привлеченных либо заемных средств в создание или воспроизводство основных фондов. Инвестор может выступать в роли заказчика, кредитора, покупателя строительной продукции — объекта, а также выполнять функции заказчика-застройщика. Он самостоятельно определяет объемы, направления, размеры и эффективность инвестиций, организационные формы строительства; привлекает на договорной основе юридических и физических лиц, необходимых ему для реализации инвестиционного проекта, а также вступает в финансово-кредитные отношения с другими участниками инвестиционного процесса. Инвестор передает застройщику право распоряжаться выделенными средствами.

Заказчик — юридическое или физическое лицо, принявшее на себя функции по организации и управлению финансовым проектом строительства объекта, начиная со стадии технико-экономического обоснования капитальных вложений и заканчивая вводом объекта в эксплуатацию.

Застройщик — инвестор или иное юридическое либо физическое лицо, уполномоченное инвестором реализовать инвестиционный проект по капитальному строительству. Он обладает правами на земельный участок под застройку, является землевладельцем. За-

казчик в отличие от застройщика лишь использует земельный участок под застройку на правах аренды. Застройщик на основании договора с инвестором распоряжается его денежными средствами для финансирования возведения объектов. В целях организации строительства застройщик выдает исходные данные для разработки проектно-сметной документации, а также заказ на ее разработку, заключает договоры строительного подряда на выполнение строительно-монтажных и пусконаладочных работ. Застройщик проводит технический надзор за соблюдением норм и правил при производстве строительно-монтажных работ, приемку промежуточных и законченных работ и подготовку объектов к сдаче в эксплуатацию.

Подрядчик — предприятие или организация, осуществляющая по договору подряда строительство объекта. Подрядчик должен иметь лицензию на те или иные виды деятельности.

Генеральный подрядчик — предприятие, выполняющее по договору подряда строительство, отвечающее перед заказчиком за возведение объекта в полном соответствии с условиями договора, проектно-сметной документацией и строительными нормами и правилами. Он привлекает по договорам подряда к отдельным видам строительно-монтажных работ субподрядные организации и отвечает за уровень и качество проведенных специализированных работ: монтаж технологического оборудования и металлоконструкций, выполнение сантехнических, электромонтажных, пусконаладочных работ — в течение гарантийного срока после ввода объекта в эксплуатацию.

Пользователь объекта капитального строительства — юридическое и физическое лицо, для которого строится объект. Им могут быть также иностранные юридические лица, органы местного самоуправления, международные органи-

зации. Пользователем объекта строительства может являться и инвестор. Участнику инвестиционной деятельности разрешается совмещать функции двух или более субъектов. Инвестор может выступать в роли заказчика, кредитора, покупателя строительной продукции и выполнять функции застройщика.

Проектировщик — проектная, проектно-изыскательская и научно-исследовательская организация, разрабатывающая проект объекта строительства. В капитальном строительстве участвует большое количество субъектов.

Инвестор, заказчик, застройщик заинтересованы в минимизации капитальных вложений, сокращении сроков строительства с целью ускорения ввода объекта в эксплуатацию и получения прибыли от вложенных средств. Подрядчику выгодно также максимизация прибыли. Это может быть достигнуто за счет сокращения затрат на строительство, что совпадает с целью инвестора, заказчика, застройщика. В то же время подрядчик заинтересован в удорожании строительства в погоне за доходом и прибылью, что противоречит интересам инвестора. Поэтому важное значение имеют выбор организационных форм строительства и регулирование взаимоотношений между участниками строительного процесса.

Договор подряда на строительство объекта оформляется и заключается в соответствии с Руководством по составлению договоров подряда на строительство в Российской Федерации. Может быть заключен и единый договор на проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию производственных мощностей и объектов. Исходя из указанного выше Руководства, могут быть заключены генеральные, прямые и субподрядные договоры.

Генеральный договор заключается подрядной организацией с заказчиком на всю стоимость работ по стройке в целом.

При этом строительно-монтажное или монтажное предприятие должно иметь лицензию на осуществление функций генерального подрядчика. При наличии лицензии последний по согласованию с заказчиком может привлекать к выполнению различных видов работ третьих лиц — специализированные (в частности, монтажные) и другие строительные организации (субподрядные организации), с которыми генеральный подрядчик заключает субподрядные договоры. В этом случае он является для субподрядчика заказчиком и принимает на себя обязательства по координации, ответственность за своевременное и высококачественное выполнение всего комплекса работ в рамках договора. В практике строительства заказчик заключает договор с одним подрядчиком, который именуется генеральным. Но иногда помимо генерального договора подряда заказчик может заключить и другие договоры на осуществление отдельных видов или комплекса работ.

Прямой договор заключается подрядной организацией на выполнение определенного вида работ. По прямому договору с заказчиком каждый подрядчик несет ответственность по своим прямым обязательствам за работы, предусмотренные в этом договоре.

Наряду с договором подряда реализация инвестиционных проектов также неосуществима без заключения договора между инвестором и застройщиком, с этого начинается процесс реализации. Договор является основным документом, регламентирующим взаимоотношения между субъектами инвестиционной деятельности.

В капитальном строительстве существует две основные организационные формы выполнения работ: подрядная и хозяйственная.

При *подрядной форме* строительство объекта осуществляется постоянно действующими строительными и монтажными организациями (подрядчика-

ми). Они имеют собственную материально-техническую базу, высокопроизводительную технику, специализированные кадры, что обеспечивает высокий уровень и эффективность строительно-монтажного производства. Подрядный способ является в строительстве основным.

При использовании *хозяйственной формы* строительство объектов ведется собственными силами заказчика или инвестора. Такой способ характеризуется как преимуществами, так и недостатками.

Преимущество в этом случае состоит в том, что нет необходимости в различных согласованиях, связанных с привлечением подрядных организаций, и в том, что усиливается заинтересованность участников при единстве руководства эксплуатацией и строительством объекта. Строительные участки, как правило, создаются в организационной структуре действующего предприятия; они участвуют в реконструкции цехов и предприятий, строительстве небольших объектов на территории существующего предприятия.

К недостаткам данной организационной формы в первую очередь следует отнести то, что зачастую квалификация рабочих-эксплуатационщиков ниже, чем в спецорганизациях, применяются устаревшая технология производства работ и менее производительный инструмент, машины и механизмы. Это увеличивает сроки строительства и снижает его качество и, в конечном итоге, приводит к увеличению затрат и снижению прибыли предприятия.

1.2. Виды предприятий и организаций, работающих в сфере строительства и монтажа, и их организационно-правовые формы

Реализацию всех этапов строительно-монтажных процессов осуществляют в рыночных условиях предприятия и орга-

низации различных организационно-правовых форм.

Предприятие — это обособленная специализированная коммерческая организация, производящая необходимые потребителям товары и услуги, основной целью деятельности которой является извлечение прибыли для своих владельцев. Предприятие — первичное звено экономической системы любого государства. Оно как хозяйствующий субъект экономики представляет собой юридическое лицо, основным признаком которого в соответствии с Гражданским кодексом Российской Федерации является обособленное имущество, которым наделяется организация и за которое она отвечает по своим обязательствам. Иначе: предприятие — это *имущественный комплекс*, используемый для осуществления предпринимательской деятельности.

В состав предприятия как имущественного комплекса согласно Гражданскому кодексу РФ входят все виды имущества, предназначенные для его деятельности, включая земельные участки, здания, сооружения, оборудование, инвентарь, сырье, продукцию, права требования, долги, а также права на обозначения, индивидуализирующие предприятие, его продукцию, работы и услуги (фирменное наименование, товарные знаки, знаки обслуживания), и другие исключительные права.

Предприятие может продаваться и покупаться, сдаваться в аренду, быть объектом залога и в целом, и частями. Оно функционирует как единый организм, как система взаимосвязанных структур, работа которых подчинена единой цели.

Характерными чертами предприятия является организационное, производственно-техническое и экономическое единство. Это выражается в том, что все подразделения предприятия подчинены единым органам управления, оборудование и другие средства производства взаи-

мосвязаны в едином технологическом процессе, а результаты работы — объем реализуемой продукции, величина прибыли, уровень рентабельности и т.д. — измеряются общими для всего предприятия экономическими показателями.

Предприятие следует рассматривать как экономическую, технологическую и социальную структурную единицу государственной системы управления. Решающую роль в результатах работы предприятия играет профессионализм персонала. Работники предприятия тесно связаны между собой различными социальными и экономическими интересами, определяющими его деятельность.

Работа предприятия очень зависит от внешней и внутренней среды, в которой оно существует.

Внешняя среда для предприятия — это совокупность разнообразных и многоплановых структур, в которых оно осуществляет свою деятельность. В нее входят политическая и правовая системы государства, состояние науки и современных технологий, экономическая ситуация (конкуренция и состояние рынков), географическое расположение предприятия, социально-культурная среда и уровень международного сотрудничества.

Внутренняя среда деятельности предприятия характеризуется наличием и использованием производственных ресурсов и качеством менеджмента, т.е. эффективностью управления.

В соответствии с Гражданским кодексом РФ предприятия различаются по их *организационно-правовым формам*. Кодекс законодательно определил правовое положение физических и юридических лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность, а также установил правила, регулирующие отношения между ними.

Различают предпринимательскую деятельность *гражданина* (физического лица) и *юридического лица*.

Гражданам Российской Федерации разрешено заниматься предпринимательской деятельностью *без образования юридического лица*. Для этого гражданин должен получить лицензию на каждый вид деятельности и пройти государственную регистрацию в качестве *индивидуального предпринимателя*.

К индивидуальным предпринимателям применяются те же правила Гражданского кодекса РФ, которые регулируют деятельность юридических лиц, являющихся коммерческими организациями.

Индивидуальное предпринимательство — самая распространенная форма ведения бизнеса. Предприниматель ведет дело самостоятельно и не зависит от компаньонов. Ему не нужно ни с кем согласовывать свои действия и делиться доходами. Эта форма бизнеса особенно привлекательна для тех, кому рисковать и иметь возможность претворять в жизнь планы намного предпочтительней, чем выполнять чужие приказы.

К проблемам индивидуальных предпринимателей следует отнести ограниченность финансовых ресурсов и трудности их привлечения, неопределенность сроков деятельности бизнеса и необходимость гибко и быстро реагировать на возможные изменения рынка. Обычно крупные фирмы стараются избегать долгосрочных контрактов с индивидуальными предпринимателями.

Однако самый главный недостаток индивидуального предпринимательства — это полная, почти ничем не ограниченная ответственность предпринимателя по своим обязательствам, связанным с ведением бизнеса.

Юридическим лицом признается организация, которая имеет в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении обособленное имущество и отвечает по своим обязательствам этим имуществом, может от своего имени приобретать и осуществлять имущественные и личные неимуществен-

ные права, нести обязанности, быть истцом и ответчиком в суде.

Все имущество юридическим лицам передается их учредителями, которые в зависимости от формы юридического лица могут иметь разные права на это имущество. В любом случае юридическое лицо своим имуществом отвечает по всем принятым обязательствам. Оно может иметь гражданские права, предусмотренные в его учредительных документах, нести обязанности, быть истцом и ответчиком в суде, у него должен быть самостоятельный баланс или смета. Все юридические лица подлежат государственной регистрации в органах юстиции. Данные государственной регистрации включаются в Единый государственный реестр.

Главным учредительным документом юридического лица является его устав или учредительный договор. Учредительный договор заключается, а устав утверждается его учредителями.

Все юридические лица делятся на коммерческие и некоммерческие организации. Если предприятие в качестве основной цели своей деятельности преследует извлечение прибыли, то это — *коммерческая организация*.

Если же организация не ставит целью своей деятельности извлечение прибыли и распределение ее между учредителями и участниками, то это — *некоммерческая организация*.

Некоммерческие организации тоже могут заниматься предпринимательством, но лишь постольку, поскольку это служит достижению целей, ради которых они созданы.

Юридические лица, являющиеся коммерческими организациями, могут создаваться в форме хозяйственных товариществ и обществ, производственных кооперативов, государственных и муниципальных предприятий.

Учредителями предприятий могут быть граждане — физические лица; физические лица — индивидуальные пред-

приниматели; юридические лица — частные коммерческие организации, а также государственные органы и органы местного самоуправления.

Имущество, передаваемое учредителями предприятиям, может быть в частной, государственной федеральной или субъектов Федерации, а также муниципальной собственности. Отнесение имущества к федеральной собственности, собственности субъектов Федерации осуществляется в законодательном порядке. Имущество, принадлежащее муниципальным образованиям, является *муниципальной собственностью*.

Если учредителем предприятия является федеральный орган, то образуется *федеральное государственное унитарное предприятие* (ФГУП), а если учредителем выступает собственник муниципального имущества, образуется *муниципальное унитарное предприятие* (МУП). Термин «унитарное» обозначает то, что имущество предприятия неделимо и не может быть распределено по вкладам, долям, паям, как, например, в хозяйственных товариществах и обществах или производственных кооперативах.

В форме унитарного могут быть созданы только государственные и муниципальные предприятия. При этом их имущество находится в государственной или муниципальной собственности и принадлежит такому предприятию на праве хозяйственного ведения или оперативного управления.

В зависимости от формы собственности предприятия делятся на *государственные* и *частные*. Законодательство допускает и смешанную форму собственности. Например, в крупных акционерных обществах Российской Федерации, созданных в процессе приватизации (ОАО «Газпром», ОАО «Роснефть» и др.), достаточно крупная доля собственности принадлежит государству, но среди акционеров имеются и частные предприятия.

Кроме разнообразия форм собственности тип предприятия зависит от вида имущественной ответственности учредителя по обязательствам предприятия.

Ответственность учредителя может быть ограничена только величиной стоимости его вклада в предприятие, а по другим обязательствам предприятия он не отвечает. Примерами организационно-правовых форм предприятий, основанных на ограниченной ответственности, могут быть общества с ограниченной ответственностью (ООО), открытые акционерные общества (ОАО) и закрытые акционерные общества (ЗАО).

Помимо ограниченной ответственности существует так называемая субсидиарная (дополнительная) ответственность, при которой каждый учредитель отвечает по обязательствам предприятия своим имуществом дополнительно к ответственности других учредителей.

На основе субсидиарной ответственности создаются товарищества (полные или на вере), производственные кооперативы и общества с дополнительной ответственностью (ОДО).

Структура предприятий, их организационно-правовые формы и особенности приведены в табл. 1.1.

Предприятия классифицируются также по их *отраслевой принадлежности*. В зависимости от различия выпускаемой продукции по ее назначению, способам производства и характеру потребления предприятия подразделяются на: сырьевые и перерабатывающие (добыча, транспортировка и переработка нефти, газа, минерального сырья и т.п.); машиностроительные; строительного комплекса; транспорта; связи; нефтяной и химической промышленности; предприятия и организации научно-технической сферы; торговли и т.д.

Предприятия, действующие в любой из отраслей строительства и промышленности, отличаются друг от друга по *размерам* и *масштабам производства*.

1.1. Структура, организационно-правовые формы и особенности предприятий

Субъекты прав	Организационно-правовые формы предприятия	Особенности ответственности по обязательствам
Физические лица	Индивидуальный предприниматель	Отвечает всем имуществом
Товарищества	Полное	Субсидиарная ответственность
	На вере (коммандитное)	Субсидиарная ответственность полных товариществ, ответственность вкладчиков в пределах вклада
Общества	С ограниченной ответственностью	Ответственность в пределах вкладов
	С дополнительной ответственностью	Субсидиарная ответственность в пределах своих вкладов
	ОАО	Ответственность в пределах пакета акций
	ЗАО	
	Дочернее	Субсидиарная ответственность основного общества в части его указания
	Зависимое	Доля другого общества в уставном капитале не менее 20 %
Производственные	Кооперативы	Личное трудовое участие, субсидиарная ответственность
Унитарные предприятия	На праве хозяйственного ведения	Не может распоряжаться имуществом без разрешения собственника
	На праве оперативного управления (казенные предприятия)	Не может распоряжаться имуществом без разрешения собственника, порядок распределения доходов определяет собственник

Они делятся на *крупные, средние и малые*. При отнесении предприятий к одной из указанных групп учитываются численность персонала и стоимостный объем выпускаемой продукции, а также стоимость средств производства.

К средним предприятиям обычно относят предприятия с численностью персонала 100–500 чел., к крупным — где работает более 500 сотрудников.

Особое место в рыночной экономике занимают малые предприятия. К ним относятся предприятия с ограниченной численностью работников в зависимости от их принадлежности к различным отраслям экономики. В промышленности, строительстве, на транспорте численность персонала малого предприятия не должна превышать 100 чел. В остальных отраслях предельная численность малого предприятия ограничена 50-ю работниками, а в розничной торговле и бытовом обслуживании населения — 30-ю.

Малое предпринимательство во всех странах имеет серьезную государственную поддержку. Для данных предприятий устанавливается упрощенная система учета и налогообложения, им полагаются налоговые и иные льготы. Реальная практика свидетельствует, что без малого бизнеса нельзя решить проблему занятости населения, невозможно создать конкурентную среду, без которой не работает рыночная экономика, не удастся обеспечить необходимый ассортимент товаров и услуг, соответствующих современным стандартам качества жизни населения.

Предприятия также можно классифицировать и по *назначению выпускаемой продукции*: предприятия, производящие продукцию производственно-технического назначения (технологическое оборудование, строительные материалы, комплектующие детали и т.п.), а также предприятия, производящие предметы потребления.

По *формам собственности* предприятия делятся на частные, государствен-

ные, муниципальные и кооперативные. Данные различия предприятий учитываются при отнесении их к той или иной организационно-правовой форме.

Также можно подразделить предприятия по *принадлежности капитала*: иностранные, национальные, совместные.

Существуют и другие принципы классификации предприятий: по *специализации* (специализированные, диверсификационные, комбинированные); по *методам организации производственного процесса* (поточный, партионный, единичный); по *времени работы* в течение года (круглогодичный или сезонный).

Деление предприятий по данным признакам важно для разработки нормативно-технологической документации, которая может быть типовой для однородных предприятий. В то же время отраслевая принадлежность не имеет достаточно четкого определения, поэтому структура многих предприятий межатраслевая и они являются многопрофильными, выпускающими продукцию широкого ассортимента (их деятельность определяется Уставом предприятия).

Строительно-монтажному комплексу во многом присущи действующие в рыночных условиях черты промышленного производства.

В производственную структуру монтажных организаций (предприятий) входят основные, вспомогательные и обслуживающие предприятия и подразделения (участки, цеха, отделы и т.п.).

К *основным* относятся предприятия, участки, выполняющие основные монтажные работы, к *вспомогательным* — предприятия, цехи, участки, осуществляющие вспомогательные технологические работы (ремонтно-механические, работы по временному энерго-, тепло-, водоснабжению, канализации и т.д.). К *обслуживающим* принадлежат предприятия, хозяйства, отделы, оказывающие дополнительные услуги (транс-

портные, по охране труда, по контролю за качеством монтажных работ).

Организационная структура монтажной организации (предприятия) состоит из отделов и служб, предназначенных для координации всей хозяйственной деятельности предприятия: создания системы менеджмента (управления), разработки организационных, экономических и технологических решений по выполнению планов и программ монтажной организации.

Объемы монтажных работ и разбросанность строящихся объектов во многом определяют организационную структуру

монтажных организаций. Их можно подразделить по следующим признакам:

- по характеру договорных отношений — генподрядные и субподрядные;
- по виду выполняемых работ — общестроительные и специализированные, выполняющие один или несколько видов однородных работ: монтаж технологического оборудования, трубопроводов, металлоконструкций и т.д.

Существуют также строительно-монтажные организации, специализированные по видам строительства — промышленного, жилищного, гражданского, транспортного, энергетического и др.

Глава 2

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

2.1. Обеспечение безопасности при производстве монтажных, транспортных и погрузочно-разгрузочных работ

При выполнении транспортных и погрузочно-разгрузочных работ в ходе монтажа в зависимости от вида транспортных средств наряду с требованиями Строительных норм и правил требуется соблюдать Правила по охране труда на транспорте, Межотраслевые правила по охране труда и государственные стандарты.

Транспортные средства и оборудование, применяемое для погрузочно-разгрузочных работ, должны соответствовать характеру перемещаемого груза.

Площадки для погрузочных и разгрузочных работ должны быть спланированы и иметь уклон не более 5°, а их размеры и покрытие — отвечать проекту производства работ. В соответствующих местах необходимо устанавливать надписи: «Въезд», «Выезд», «Разворот» и др.

Спуски и подъемы в зимнее время требуется очищать ото льда и снега и посыпать песком или шлаком.

На площадках для погрузки и выгрузки тарных грузов, хранящихся на складах и в пакгаузах, следует устраивать платформы: эстакады, рампы высотой, равной уровню пола кузова автомобиля.

Движение автомобилей на производственной территории, погрузочно-разгрузочных площадках и подъездных путях к ним надо регулировать общепринятыми дорожными знаками и указателями.

При размещении автомобилей на погрузочно-разгрузочных площадках расстояние между автомобилями, стоя-

щими друг за другом (в глубину), должно быть не менее 1 м, а между автомобилями, стоящими рядом (по фронту), — не менее 1,5 м.

Если автомобили устанавливают для погрузки или разгрузки вблизи здания, то между зданием и задним бортом автомобиля (или задней точкой свешивающегося груза) нужно соблюдать интервал не менее 0,5 м.

Расстояние между автомобилем и штабелем груза должно быть не менее 1 м.

При выполнении погрузочно-разгрузочных работ необходимо соблюдать требования законодательства о предельных нормах переноски тяжестей и допуске работников к выполнению этих работ.

Переносить материалы на носилках по горизонтальному пути разрешается только в исключительных случаях и на расстояние не более 50 м.

Запрещается переносить материалы на носилках по лестницам и стремянкам.

Склады, расположенные выше первого этажа и имеющие лестницы с числом маршей более одного или высоту более 2 м, оборудуются подъемником для спуска и подъема грузов.

К процессам производства погрузочно-разгрузочных работ предъявляются особые требования безопасности.

Освещенность помещений и площадок, где проводятся погрузочно-разгрузочные работы, должна отвечать требованиям соответствующих строительных правил.

Погрузочно-разгрузочные работы следует выполнять, как правило, механизированным способом при помощи

подъемно-транспортного оборудования и под руководством лица, назначенного приказом руководителя организации, ответственного за безопасное производство работ кранами.

Ответственный за производство погрузочно-разгрузочных работ обязан проверить исправность грузоподъемных механизмов, такелажа, приспособлений, подмостей и прочего погрузочно-разгрузочного инвентаря, а также разъяснить работникам их обязанности, последовательность выполнения операций, значение подаваемых сигналов и свойства материала, поданного к погрузке (разгрузке).

Механизированный способ погрузочно-разгрузочных работ является обязательным для грузов массой более 50 кг, а также при подъеме грузов на высоту более 2 м.

Организациями или физическими лицами, применяющими грузоподъемные машины, должны быть разработаны способы правильной строповки и зацепки грузов, с которыми необходимо ознакомить стропальщиков и машинистов грузоподъемных машин.

Графическое изображение способов строповки и зацепки, а также перечень основных перемещаемых грузов с указанием их массы должны быть выданы на руки стропальщикам и машинистам кранов и вывешены в местах производства работ.

В местах производства погрузочно-разгрузочных работ и в зоне работы грузоподъемных машин нельзя находиться лицам, не имеющим непосредственного отношения к этим работам.

Присутствие людей и передвижение транспортных средств в зонах возможного обрушения и падения грузов запрещаются.

В случаях неодинаковой высоты пола кузова автомобиля и платформы должны применяться трапы.

Перед погрузкой или разгрузкой металлоконструкций, блоков и т.д. мон-

тажные петли следует осмотреть, очистить и при необходимости выправить без повреждения конструкции.

Работники, допущенные по результатам проведенного медицинского осмотра к выполнению работ по погрузке (разгрузке) опасных и особо опасных грузов, предусмотренных соответствующими государственными стандартами, должны проходить специальное обучение безопасности труда с последующей аттестацией, а также знать и уметь применять приемы оказания первой доврачебной помощи.

При производстве погрузочно-разгрузочных работ с опасными грузами необходим целевой инструктаж перед началом работ. В программу инструктажа должны быть включены сведения о свойствах опасных грузов, правила работы с ними, меры оказания первой доврачебной помощи.

Погрузочно-разгрузочные работы с опасными грузами следует проводить по наряду-допуску на производство работ в местах действия опасных или вредных производственных факторов.

Погрузочно-разгрузочные работы и перемещение опасных грузов нужно выполнять в специально отведенных местах при наличии данных о классе опасности согласно государственным стандартам и указаниям отправителя груза по соблюдению мер безопасности.

Не допускается осуществлять погрузочно-разгрузочные работы с опасными грузами при обнаружении несоответствия тары требованиям нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке, неисправности тары, а также при отсутствии маркировки и предупредительных надписей на ней.

Погрузка опасного груза на автомобиль и его выгрузка из автомобиля должны проводиться только при включенном двигателе.

Для обеспечения безопасности при производстве погрузочно-разгрузочных

работ с применением грузоподъемного крана его владелец и организация, осуществляющая работы, обязаны выполнять следующие требования:

- на месте производства работ не допускается нахождение лиц, не имеющих отношения к выполнению работ;
- не разрешается опускать груз на автомашину, а также поднимать его при нахождении людей в кузове или кабине автомашины.

В местах постоянной погрузки и разгрузки автомашин и полувагонов должны быть устроены стационарные эстакады или навесные площадки для стропальщиков.

Разгрузку и загрузку полувагонов крюковыми кранами надо вести по технологии, утвержденной владельцем крана, в которой должны быть определены места нахождения стропальщиков при перемещении грузов, а также возможность их безопасного выхода на эстакады и навесные площадки.

Нахождение людей в полувагонах при перемещении груза не допускается.

Такелажные работы или строповка грузов должны выполняться лицами, прошедшими специальное обучение, проверку знаний и имеющими удостоверение на право производства этих работ.

Для зацепки и обвязки (строповки) груза на крюк грузоподъемной машины, как правило, назначаются стропальщики. В качестве стропальщиков могут допускаться другие рабочие (такелажники, монтажники и т.п.), обученные по профессии стропальщика в порядке, установленном Ростехнадзором РФ.

Способы строповки грузов должны исключать возможность падения или скольжения застропованного груза. Установка (укладка) грузов на транспортные средства должна обеспечивать устойчивое положение груза при транспортировании и разгрузке.

При выполнении погрузочно-разгрузочных работ не допускаются: строповка груза, находящегося в неустойчи-

вом положении; исправление положения элементов строповочных устройств на приподнятом грузе; оттяжка груза при косом расположении грузовых канатов.

Полы и платформы, по которым перемещаются грузы, должны быть ровными и не иметь щелей, выбоин, набитых планок, торчащих гвоздей. Проходы для перемещения грузов должны соответствовать требованиям государственных стандартов.

После окончания погрузочно-разгрузочных работ с опасными грузами места производства работ, подъемно-транспортное оборудование, грузозахватные приспособления и средства индивидуальной защиты надо подвергнуть санитарной обработке в зависимости от свойств груза.

При загрузке транспортных средств необходимо обеспечивать габаритные размеры перевозимого груза и транспортного средства исходя из условия его транспортирования под мостами, переходами, в тоннелях, встречающихся на маршруте перевозки груза.

Грузы в ящиках при погрузке в вагоны, пакгаузы и склады укладываются в устойчивые штабеля. Высота штабеля не должна превышать 3 м при ручной погрузке, а при использовании механизмов — 6 м.

Укладывать ящики и кипы в закрытых складах разрешается так, чтобы ширина главного прохода была не менее 3 м.

При перемещении грузов, особенно в стеклянной таре, должны быть приняты меры к предупреждению толчков и ударов.

Перемещать баллоны следует только на специальных носилках или тележках, а бутылки с кислотой или другими опасными жидкостями — в плетеных корзинах. Подъем этих грузов на высоту проводится в специальных контейнерах; запрещается их подъем вручную.

При перемещении баллонов со сжатым газом, барабанов с карбидом каль-

ция, а также материалов в стеклянной таре необходимо принимать меры против толчков и ударов.

Запрещается переносить и перевозить баллоны с кислородом вместе с жирами и маслами, а также горючими и легковоспламеняющимися жидкостями.

Тяжелые штучные материалы, а также ящики с грузами нужно перемещать при помощи специальных ломов и других приспособлений.

Погрузочно-разгрузочные операции с катно-бочковыми грузами (барабаны с кабелем и др.) следует, как правило, выполнять механизированным способом; в исключительных случаях — посредством наклонных площадок или слег с удержанием грузов канатами с противоположной стороны. Рабочие при этом должны находиться сбоку от поднимаемого или опускаемого груза.

Бочки, барабаны и рулоны разрешается грузить вручную путем перекатывания при условии, если пол склада находится на одном уровне с полом железнодорожного подвижного состава или кузова автомобиля.

При выполнении работ по транспортированию грузов на автомобильном транспорте наряду с требованиями строительных норм и правил должны соблюдаться требования Правил дорожного движения, а также межотраслевых и отраслевых правил по охране труда.

Для организации движения автотранспорта на производственной территории должны быть разработаны и установлены на видных местах схемы движения транспортных средств и основные маршруты перемещения для работников.

При работе на автомобильном транспорте необходимо:

- соблюдать меры осторожного обращения с источниками огня, высоких температур;

- контролировать параметры газовой среды, не допуская их до пороговых значений;

- избегать пролива и протечек топлива, открытого выделения паров топлива.

Стоянка автотранспортных средств в помещении с работающим двигателем внутреннего сгорания запрещается.

Для подогрева двигателя и системы питания, устранения ледяных образований и пробок разрешается применять только горячий воздух, горячую воду или пар.

Не допускается использовать открытый огонь для разогрева узлов машины, транспортного средства, а также эксплуатировать машины при наличии течи в топливных и масляных системах.

Руководитель обязан информировать водителя перед выездом на линию об условиях работы и особенностях перевозимого груза.

Подача автомобиля задним ходом в зоне, где выполняются какие-либо работы, должна проводиться водителем только по команде одного из работников, занятых на этих работах.

Перевозка крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам, открытым для общего пользования, должна выполняться с соблюдением требований Инструкции по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом и согласовываться с органами дорожного движения в установленном порядке.

При перевозке грузов, превышающих по своим размерам ширину платформы автомобиля, свесы должны быть одинаковы с обеих сторон.

При загрузке автомобиля навалочным или штучным грузом необходимо соблюдать следующие требования:

- навалочный груз равномерно распределять по всей площади кузова автомобиля;

- штучные грузы, возвышающиеся над бортами кузова, закреплять;

- ящичный, бочковый и другой аналогичный штучный груз укладывать

в кузов автомобиля и закреплять так, чтобы при передвижении автомобиля он не мог перемещаться по полу кузова.

Прицепы, полуприцепы и платформы автомобиля, предназначенные для перевозки длинномерных грузов, должны быть оборудованы:

- съёмными или откидными стойками и щитами, устанавливаемыми между кабиной и грузом;
- поворотными кругами.

В поворотных кругах следует предусмотреть приспособление для их закрепления при движении без груза и стопоры, предотвращающие разворот прицепа при движении назад.

Прицепы должны иметь устройство, не требующее его поддержки для сцепки с тягачом.

Перевозить опасные грузы автотранспортом надо с учетом соответствующих Правил.

Автомобили, в которых перевозят баллоны со сжатым газом, оборудуются специальными стеллажами с выемками по диаметру баллонов, обитыми войлоком. Баллоны для перевозки должны снабжаться предохранительными колпаками.

В жаркое время года баллоны необходимо укрывать брезентом без жирных (масляных) пятен.

Перевозка взрывчатых, радиоактивных, ядовитых, легковоспламеняющихся и других опасных грузов, а также необезвреженной тары из-под этих грузов должна проводиться в соответствии с инструкциями, согласованными в установленном порядке с органами надзора.

2.2. Обеспечение безопасности при эксплуатации строительных машин, транспортных средств, производственного оборудования, средств механизации, приспособлений, оснастки, ручных машин и инструмента

Строительные машины, транспортные средства, производственное оборудование (мобильные и стационарные

машины), средства механизации, приспособления, оснастка, люльки, передвижные леса, домкраты, грузовые лебедки и электротали и др.), ручные машины и инструмент (электродрели, электропилы, рубильные и клепальные пневматические молотки, кувалды, ножовки и т.д.) должны соответствовать требованиям государственных стандартов по безопасности труда, а вновь приобретаемые — иметь, как правило, сертификат на соответствие требованиям безопасности труда.

Запрещается эксплуатация указанных выше средств механизации без предусмотренных их конструкцией ограждающих устройств, блокировок, систем сигнализации и других средств коллективной защиты работающих.

Эксплуатация строительных машин должна осуществляться с учетом требований соответствующих нормативных документов; грузоподъемных машин и других средств механизации, подконтрольных органам Ростехнадзора РФ, — выполняться в соответствии с нормативными документами, утвержденными этим органом.

Средства механизации, вновь приобретенные, арендованные или после капитального ремонта, не подконтрольные органам государственного надзора, допускаются к эксплуатации после их освидетельствования и опробования лицом, ответственным за их эксплуатацию.

Машины, транспортные средства, производственное оборудование и другие средства механизации должны использоваться по назначению и применяться в условиях, установленных заводом-изготовителем.

Организации или физические лица, применяющие машины, транспортные средства, производственное оборудование и другие средства механизации, должны обеспечить их работоспособное состояние.

Перечень неисправностей, при которых запрещается эксплуатация средств

механизации, определяется согласно документации завода-изготовителя этих средств.

Техническое обслуживание и ремонт транспортных средств, машин и других средств механизации следует осуществлять только после останова и выключения двигателя (привода) при исключении возможности случайного пуска двигателя, самопроизвольного движения машины и ее частей, снятия давления в гидро- и пневмосистемах, кроме случаев, которые допускаются эксплуатационной и ремонтной документацией.

При техническом обслуживании и ремонте сборочные единицы машины, транспортного средства, способные перемещаться под воздействием собственной массы, должны быть заблокированы механическим способом или опущены на опору с исключением возможности их самопроизвольного перемещения.

При техническом обслуживании машин с электроприводом необходимы меры, не допускающие случайной подачи напряжения в соответствии с межотраслевыми Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок потребителей.

При техническом обслуживании и текущем ремонте машин, транспортных средств, производственного оборудования и других средств механизации рабочие места должны быть оборудованы комплектом исправного инструмента, приспособлений, инвентаря, грузоподъемных приспособлений и средств пожаротушения.

Оставлять без надзора машины, транспортные средства и другие средства механизации с работающим (включенным) двигателем не допускается.

Включение, запуск и работа транспортных средств, машин, производственного оборудования и других средств механизации должны осуществляться лицом, за которым они закреплены, имеющим соответствующий документ на право управления этим средством.

При использовании машин и транспортных средств в условиях, установленных эксплуатационной документацией, уровни шума, вибрации, запыленности, загазованности на рабочем месте машиниста (водителя), а также в зоне работы машин не должны превышать действующих норм, а освещенность не должна быть ниже предельных значений, установленных действующими нормами.

Монтаж (демонтаж) средств механизации следует проводить в соответствии с инструкциями завода-изготовителя и под руководством лица, ответственного за исправное состояние машин, или лица, которому подчинены монтажники.

Зона монтажа должна быть ограждена или обозначена знаками безопасности и предупредительными надписями.

Не допускается выполнять работы по монтажу (демонтажу) машин, устанавливаемых на открытом воздухе, в гололедицу, туман, снегопад, грозу, при температуре воздуха ниже или при скорости ветра выше пределов, предусмотренных в паспорте машины.

При размещении мобильных машин на производственной территории руководитель должен до начала работы определить рабочую зону машины и границы создаваемой ею опасной зоны. При этом необходимо обеспечить обзорность рабочей зоны, а также рабочих зон с рабочего места машиниста. В случаях, когда машинист, управляющий машиной, не имеет достаточного обзора, ему должен быть выделен сигнальщик.

Со значением сигналов, подаваемых в процессе работы и передвижения машины, обязательно надо ознакомить всех лиц, связанных с ее работой. Опасные зоны, которые возникают или могут возникнуть во время работы машины, должны быть обозначены знаками безопасности и (или) предупредительными надписями.

Техническое состояние и оборудование автомобилей всех типов марок и на-

значений, находящихся в эксплуатации, должны соответствовать Правилам по охране труда на автомобильном транспорте.

Автомобили нужно подвергать техническим осмотрам в соответствии с Правилами проведения государственного технического осмотра транспортных средств.

При размещении и эксплуатации машин, транспортных средств должны быть приняты меры, предупреждающие их опрокидывание или самопроизвольное перемещение под действием ветра, при уклоне местности или просадке грунта.

Перемещение, установка и работа машины, транспортного средства вблизи выемок (котлованов, траншей, канав и т.п.) с неукрепленными откосами разрешаются только за пределами призмы обрушения грунта на расстоянии, установленном организационно-технологической документацией.

При отсутствии соответствующих указаний в проекте выполнения работ минимальное расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машины допускается принимать по табл. 2.1.

Строительно-монтажные работы с применением машин в охранной зоне действующей линии электропередачи следует проводить под непосредственным руководством лица, ответственного за безопасность производства работ, при наличии письменного разрешения организации-владельца линии и наряда-допуска, определяющего безопасные условия работ и выдаваемого при выполнении следующих мер безопасности.

При установке строительных машин и применении транспортных средств с поднимаемым кузовом в охранной зоне воздушной линии электропередачи необходимо снять с нее напряжение.

Если снять напряжение с воздушной линии электропередачи невозможно, работу строительных машин в охранной зоне этой линии разрешается проводить

при условии выполнения следующих требований:

а) расстояние от подъемной или подвижной части строительной машины в любом ее положении до находящейся под напряжением воздушной линии электропередачи должно быть не менее указанного в табл. 2.2.

б) корпуса машин, за исключением машин на гусеничном ходу, при их установке непосредственно на грунте должны быть заземлены при помощи инвентарного переносного заземления.

Установка стрелового самоходного крана в охранной зоне линии электропередачи на выносные опоры и отцепление стропов перед подъемом стрелы должны осуществляться непосредственно машинистом крана без привлечения стропальщиков.

Для технического обслуживания и ремонта мобильные машины надо вывести из рабочей зоны.

При необходимости использования машин в экстремальных условиях (срезка грунта на уклоне, расчистка завалов вблизи ЛЭП или эксплуатируемых зданий и сооружений) следует применять машины, оборудованные дополнительными средствами коллективной защиты, предупреждающими воздействие на работников и других лиц опасных производственных факторов, возникающих при работе машин в указанных условиях.

В случае перемещения машины, транспортного средства своим ходом, на буксире или транспортных средствах по дорогам общего назначения обязательно соблюдение Правил дорожного движения.

Транспортирование машин, транспортных средств через естественные препятствия или искусственные сооружения, а также через неохраемые железнодорожные переезды допускается только после обследования состояния пути движения.

При необходимости путь движения машины, транспортного средства дол-

2.1. Расстояние, м, по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины

Глубина выемки, м	Грунт ненасыпной			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
	Расстояние по горизонтали от основного откоса выемки до ближайшей опоры машины			
1,0	1,5	1,25	1,00	
2,0	3,0	2,40	2,00	1,50
3,0	4,0	3,60	3,25	1,75
4,0	5,0	4,40	4,00	3,00
5,0	6,0	5,30	4,75	3,50

2.2. Расстояние, м, от подъемной или выдвижной части строительной машины до находящейся под напряжением воздушной линии электропередачи

Напряжение воздушной линии электропередачи, кВ	Расстояние	
	минимальное	минимально измеряемое техническими средствами
До 20	2,0	2,0
Св. 20 до 35		
» 35 » 110	3,0	4,0
» 110 » 220	4,0	5,0
» 220 » 400	5,0	7,0
» 400 » 750	9,0	10,0
» 750 » 1150	10,0	11,0

жен быть спланирован и укреплен с учетом требований, указанных в эксплуатационной документации машины, транспортного средства.

При эксплуатации машин, имеющих подвижные рабочие органы, необходимо предупредить доступ людей в опасную зону работы, граница которой находится на расстоянии не менее 5 м от предельного положения рабочего органа, если в инструкции завода-изготовителя отсутствуют иные повышенные требования.

Не разрешается эксплуатация электротележки при неисправности токоприемника, контроллера, тормозов и сигналов, а также при отсутствии средств защиты от воздействия электрического тока (диэлектрического коврика, диэлектрических перчаток).

Ввод в эксплуатацию производственного оборудования (стационарных машин), смонтированного при строительстве, реконструкции, техническом перевооружении и расширении производ-

венных объектов, проводится во время приемки объекта в установленном порядке.

Ввод в эксплуатацию стационарных машин, размещенных на строительных площадках строительных подъемников, компрессорных станций и т.п., осуществляется совместным решением лиц, ответственных за безопасность труда на данной площадке, и при эксплуатации этого вида оборудования с привлечением в случае необходимости соответствующих органов государственного надзора.

Размещение стационарных машин на производственных территориях должно осуществляться по проекту, при этом ширина проходов в местах их установки не должна быть менее, м:

- для магистральных проходов — 1,5;

- для проходов между оборудованием — 1,2;

- для проходов между стенами производственных зданий и оборудованием — 1,0;

- для проходов к оборудованию, предназначенных для его обслуживания и ремонта, — 0,7.

Ширину проходов у рабочих мест необходимо увеличить не менее чем на 0,75 м при одностороннем расположении рабочих мест от проходов и проездов и не менее чем на 1,5 м при размещении рабочих мест по обе стороны от проходов и проездов.

Стационарные машины (дробильные, разделные, смесительные и др.), при работе которых выделяется пыль, должны быть оборудованы средствами пылеподавления или пылеулавливания.

Движущиеся части стационарных машин, являющиеся источниками опасности, следует ограждать сетчатыми или сплошными металлическими конструкциями.

Применение съемных защитных ограждений и ограждающих устройств допускается в том случае, если по конструктивным или технологическим при-

чинам не представляется возможным установить стационарные.

Съемные, откидные и раздвижные ограждения, а также открывающиеся дверцы, крышки, люки, щитки в этих ограждениях или в корпусе оборудования должны быть снабжены устройствами (блокировками), исключающими их случайное снятие или открывание.

Для защиты от поражения электрическим током при эксплуатации надо принять следующие меры безопасности:

- токоведущие части производственного оборудования, являющиеся источниками опасности, надежно изолировать, оградить или расположить в недоступных для людей местах;

- токоведущие части электрооборудования разместить внутри корпусов (шкафов, блоков) с запирающимися дверями или закрыть защитными кожухами при расположении в доступных для людей местах;

- металлические части производственного оборудования, которые вследствие повреждения изоляции могут оказаться под напряжением опасной величины, заземлить (занулить).

В схеме электрических цепей производственного оборудования необходимо предусмотреть устройство, централизованно отключающее от питающей сети все электрические цепи.

Машины, объединенные в единый технологический процесс с числом работающих более одного, должны снабжаться системами сигнализации, предупреждающими рабочих о пуске. Дистанционный пуск следует проводить после подачи предупредительного звукового или светового сигнала и получения ответного сигнала с мест обслуживания оборудования о возможности пуска.

Сигнальные элементы (звонки, sireны, лампы) должны быть защищены от механических повреждений и расположены так, чтобы обеспечивались надежная слышимость и видимость сигнала в зоне обслуживающего персонала.

В цехах и на рабочих местах требуется вывесить таблицы сигналов и инструкции о порядке пуска и останова оборудования.

Конструкция и размещение конвейеров в производственных зданиях, галереях и на эстакадах должны отвечать правилам безопасности соответствующих государственных стандартов.

Элеваторы, скребковые и винтовые конвейеры, транспортирующие пылящие материалы, по всей длине необходимо закрыть сплошными кожухами, исключающими пылевыведение.

При эксплуатации подъемников на площадках, с которых проводится загрузка или разгрузка кабины (платформы), должны быть вывешены Правила пользования подъемником, определяющие способы загрузки и сигнализации, порядок обслуживания дверей дежурными работниками, запрещение выхода людей на платформу грузовых строительных подъемников и прочие указания по обслуживанию подъемника. У всех мест загрузки или разгрузки кабины или платформы строительного подъемника должны быть предусмотрены надписи, указывающие массу предельного груза, допускаемого к подъему или спуску.

Над местом загрузки подъемника с открытой платформой на высоте 2,5...5 м требуется установить защитный двойной настил из досок толщиной не менее 40 мм.

Устройство, монтаж, ремонт и безопасная эксплуатация сосудов, работающих под давлением более 0,07 МПа, и водогрейных котлов с температурой воды выше 115 °С должны соответствовать Правилам устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.

Устройство, монтаж, ремонт и эксплуатация паровых котлов, работающих под давлением не более 0,07 МПа, водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не более

388 К (115 °С) должны соответствовать требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа, водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 388 К (150 °С).

В организации, эксплуатирующей данное оборудование, должно быть назначено лицо, ответственное за техническое состояние и эксплуатацию сосудов, а также лицо, ответственное за исправное состояние и безопасное действие оборудования, из числа специалистов предприятия, прошедших проверку знаний в установленном порядке.

Устройство и эксплуатация наземных рельсовых крановых путей должны соответствовать требованиям определенных государственных стандартов.

Требования безопасности при эксплуатации средств механизации, оснастки, ручных машин и инструмента предусматривают, что персонал, эксплуатирующий эти средства, до начала работ необходимо обучить безопасным методам и приемам работ с их применением согласно инструкциям завода-изготовителя и Инструкции по охране труда. Лебедки, применяемые для перемещения грузов и устанавливаемые на земле, следует загрузить балластом, масса которого должна не менее чем в 2 раза превышать тяговую силу лебедки.

Балласт в обязательном порядке закрепляется на раме лебедки. Число витков каната на барабане лебедки при нижнем положении груза должно быть не менее 2.

Домкраты для подъема грузов надо проверять перед началом эксплуатации, а также через каждые 12 мес и после каждого ремонта.

Испытания следует проводить статической нагрузкой, превышающей грузоподъемность на 25 %. При испытании домкратов их винты (рейки, штоки) нужно выдвинуть в крайнее верхнее положение, соответствующее подъему гру-

за на максимальную высоту по эксплуатационной документации.

Съемные грузозахватные приспособления и тара в процессе эксплуатации должны подвергаться техническому осмотру лицом, ответственным за их исправное состояние, в установленные сроки.

Результаты осмотра необходимо регистрировать в журнале работ.

Съемные грузозахватные приспособления и тара, не прошедшие технического осмотра, не должны находиться в местах производства работ.

Грузовые крюки грузозахватных средств (стропы, траверсы), применяемых в строительстве, следует снабжать предохранительными замыкающими устройствами для предотвращения самопроизвольного выпадения груза.

Поверхность грунта, на которую устанавливаются леса (средства подмащивания), должна быть спланирована (выровнена и утрамбована) с обеспечением отвода с нее поверхностных вод. В тех случаях, когда невозможно выполнить эти требования, надо средства подмащивания оборудовать регулируемыми опорами (домкратами) для обеспечения горизонтальности установки или смонтировать временные опорные сооружения, обеспечивающие горизонтальность установки средств подмащивания.

Средства подмащивания — леса, не обладающие собственной расчетной устойчивостью, должны быть прикреплены к зданию способами, указанными в технической документации завода-изготовителя (на инвентарные леса) или в организационно-технологической документации на производство работ.

Места крепления оговариваются в организационно-технологической документации. При отсутствии особых указаний в проекте или инструкции завода-изготовителя крепление лесов к стенам зданий должно осуществляться не менее чем через один ярус для крайних стоек, через два пролета для верхне-

го яруса и одного крепления на каждые 50 м² проекции поверхности лесов на фасад здания.

Не допускается крепить средства подмащивания к парапетам, карнизам, балконам и другим выступающим частям зданий и сооружений.

Средства подмащивания, расположенные вблизи проезда транспортных средств, необходимо оградить отбойными брусами с таким расчетом, чтобы они находились на расстоянии не ближе 0,6 м от габаритных размеров транспортных средств.

Воздействие нагрузок на средства подмащивания в процессе производства работ не должно превышать расчетных по проекту или техническим условиям. При передаче на леса и подмости дополнительных нагрузок (от машин для подъема материалов, грузоподъемных площадок и т.п.) их конструкцию надо проверить на эти нагрузки.

В местах подъема людей на леса и подмости должны быть размещены плакаты с указанием схемы размещения и величин допускаемых нагрузок, а также схемы эвакуации работников в случае возникновения аварийной ситуации.

Для подъема и спуска людей средства подмащивания оборудуются лестницами.

Средства подмащивания должны иметь ровные рабочие настилы с зазором между досками не более 5 мм, а при расположении настила на высоте 1,3 м и более — ограждения и бортовые элементы.

Высота ограждения должна быть не менее 1,1 м, бортового элемента не менее 0,15 м, расстояние между горизонтальными элементами ограждения не более 0,5 м.

Соединение щитов настилов внахлестку допускается только по их длине, причем концы стыкуемых элементов следует располагать на опоре, которая должна перекрываться ими не менее чем на 0,2 м в каждую сторону.

Леса и подмости высотой до 4 м допускаются в эксплуатацию только после

их приемки производителем работ или мастером и регистрации в журнале работ, а выше 4 м — после приемки комиссией, назначенной лицом, ответственным за обеспечение охраны труда в организации, что оформляется актом.

Во время приемки лесов и подмостей должны быть проверены: наличие связей и креплений, обеспечивающих устойчивость; узлы крепления отдельных элементов; рабочие настилы и ограждения; вертикальность стоек; надежность опорных площадок и заземление (для металлических лесов).

При выполнении работ с лесов высотой 6 м и более необходимо не менее двух настилов: рабочий (верхний) и защитный (нижний), а каждое рабочее место на лесах, примыкающих к зданию или сооружению, должно быть, кроме того, защищено сверху настилом, расположенным на расстоянии по высоте не более 2 м от рабочего настила.

В случаях, когда выполнение работ, движение людей или транспорта под лесами и вблизи от них не предусматривается, устройство защитного (нижнего) настила необязательно.

При организации массового прохода людей в непосредственной близости от средств подмащивания места прохода людей должны быть оборудованы сплошным защитным навесом, а фасад лесов — закрыт защитной сеткой с ячейкой размером не более 5×5 мм.

Средства подмащивания в процессе эксплуатации должны осматриваться прорабом или мастером не реже чем через каждые 10 дней с записью в журнале работ.

Средства подмащивания, с которых в течение месяца и более работа не проводилась, перед возобновлением работ следует принимать повторно.

Дополнительному осмотру подлежат средства подмащивания после дождя, ветра, оттепели, землетрясения, которые могут повлиять на несущую способность основания под ними, а также на

деформацию несущих ее элементов. При обнаружении нарушений, касающихся несущей способности основания или деформации средств подмащивания, эти нарушения должны быть ликвидированы и средства подмащивания приняты повторно.

При эксплуатации передвижных средств подмащивания необходимо выполнять следующие требования:

- уклон поверхности, по которой перемещаются средства подмащивания в поперечном и продольном направлениях, не должен превышать величин, указанных в паспорте и Инструкции завода-изготовителя по эксплуатации конкретного типа средств подмащивания;

- передвижение средств подмащивания при ветре скоростью более 10 м/с не допускается;

- перед передвижением средства подмащивания освобождаются от материалов и тары, и на них не должно быть людей;

- двери в ограждении средств подмащивания должны открываться внутрь и иметь фиксирующее устройство двойного действия, предохраняющее их от самопроизвольного открывания.

Подвесные леса и подмости после их монтажа могут быть допущены к эксплуатации только после того, как они выдержат испытания в течение 1 ч статической нагрузкой, превышающей нормативную на 20 %.

Подъемные подмости, кроме того, должны быть испытаны на динамическую нагрузку, превосходящую нормативную на 10 %.

Результаты испытаний подвесных лесов и подмостей должны быть отражены в акте их приемки или в общем журнале работ.

В случаях повторного использования подвесных лесов или подмостей они могут быть допущены к эксплуатации после их освидетельствования без испытания при условии, что конструкция, на

которую подвешиваются леса (подмости), проверена на нагрузку, превышающую расчетную не менее чем в 2 раза, а закрепление лесов осуществлено типовыми узлами (устройствами), выдержавшими необходимые испытания.

Подвесные лестницы и площадки, применяемые для работы на конструкциях, должны быть снабжены специальными захватами-крюками, обеспечивающими их прочное закрепление на конструкции. Устанавливать и закреплять их на монтируемые конструкции следует до подъема последних.

Конструкция подъемных подмостей (люлек), используемых при выполнении строительно-монтажных работ, должна отвечать требованиям соответствующих государственных стандартов.

Подъемные подмости на время перерывов в работе следует опускать на землю. Перехода с подъемных подмостей в здание или сооружение и обратно не допускается.

Неинвентарные средства подмащивания (лестницы, стремянки, трапы и мостики) должны изготавливаться из металла или пиломатериалов хвойных пород первого и второго сортов.

Длина приставных деревянных лестниц должна быть не более 5 м, а конструкция приставных лестниц соответствовать требованиям соответствующих государственных стандартов.

Уклон лестниц при подъеме людей на леса не должен превышать 60°.

Перед эксплуатацией лестницы необходимо испытать статической нагрузкой 1200 Н (120 кгс), приложенной к одной из ступеней в середине пролета лестницы, находящейся в эксплуатационном положении.

В процессе эксплуатации деревянные лестницы надо испытывать каждые полгода, а металлические — один раз в год.

Приставные лестницы без рабочих площадок допускается применять только для перехода между отдельными яру-

сами строящегося здания и для выполнения работ, не требующих от исполнителя упора в строительные конструкции здания.

Приставные лестницы и стремянки должны быть снабжены устройствами, предотвращающими возможность их сдвига и опрокидывания при работе. На нижних концах приставных лестниц и стремянок следует предусмотреть оковки с острыми наконечниками для установки на грунте, а при использовании лестниц на гладких поверхностях (паркет, металл, плитке, бетоне и др.) на них должны быть надеты башмаки из нескользящего материала.

Размеры приставной лестницы должны обеспечивать рабочему возможность осуществлять работу в положении стоя на ступени, находящейся на расстоянии не менее 1 м от верхнего конца лестницы.

Во время работы с приставной лестницы на высоте более 1,3 м следует использовать предохранительный пояс, прикрепленный к конструкции сооружения или к лестнице при условии ее закрепления на строительной конструкции.

Места установки приставных лестниц на участках движения транспортных средств или людей надлежит на время производства работ ограждать или охранять.

Не допускается:

- выполнять работы на переносных лестницах и стремянках около вращающихся машин, транспортеров и над ними;

- использовать ручные машины и пороховой инструмент;

- осуществлять газо- и электросварочные работы;

- натягивать провода и поддерживать на высоте тяжелые детали.

Для выполнения таких работ следует применять леса, подмости и лестницы с площадками, огражденными перилами.

Установку и снятие средств коллективной защиты следует выполнять с

применением предохранительного пояса, прикрепленного к страховочному устройству или к надежно установленным конструкциям здания, в технологической последовательности, обеспечивающей безопасность работающих.

Установку и снятие ограждений должны выполнять работники из состава бригады, специально обученные в соответствии с эксплуатационной документацией завода-изготовителя.

При эксплуатации ручных машин надо исходить из следующих требований:

- проверка комплектности и надежности крепления деталей, исправности защитного кожуха, кабеля (рукава) должна осуществляться при каждой выдате машины в работу;

- до начала работы следует проверить исправность выключателя и машины на холостом ходу;

- при перерывах в работе, по окончании работы, а также при смазке, очистке, смене рабочего инструмента и т.п. ручные машины нужно выключать и отсоединять от электрической или воздухопроводящей сети;

- ручные машины, масса которых, приходящаяся на руки работающего, превышает 10 кг, должны применяться с приспособлениями для подвешивания;

- при работе с машинами на высоте следует использовать в качестве средств подмащивания устойчивые подмости;

- надзор за эксплуатацией ручных машин необходимо поручать специально выделенному для этого лицу.

Ручные электрические машины должны соответствовать требованиям государственных стандартов.

Исходя из Межотраслевых правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей, лица, допускаемые к управлению ручными электрическими машинами, должны иметь I группу по электробезопасности, подтверждаемую ежегодно, и II группу при работе ручными электрическими маши-

нами I класса в помещениях с повышенной опасностью.

Условия использования в работе электроинструмента и ручных электрических машин различных классов устанавливаются Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок потребителей.

Ручные пневматические машины должны отвечать требованиям соответствующих государственных стандартов. При работе с пневмомашинной следует:

- не допускать работы машины на холостом ходу (кроме случаев опробования);

- при обнаружении неисправностей немедленно прекратить работу и сдать машину в ремонт.

Работающие с пневматическими машинами ударного или вращательного действия должны быть обеспечены мягкими рукавицами с антивибрационной прокладкой со стороны ладони.

Инструмент, применяемый в строительстве и монтаже, необходимо осматривать не реже одного раза в 10 дней, а также непосредственно перед использованием. Неисправный инструмент, не соответствующий требованиям безопасности, должен изыматься.

При переноске или перевозке инструмента его острые части следует закрывать чехлами.

Рукоятки топоров, молотков, кирок и другого ударного инструмента изготавливаются из древесины твердых и вязких пород (молодого дуба, граба, клена, ясеня, бука, рябины, кизила и др.) сечением в форме овала с утолщением к свободному концу. Конец рукоятки, на который насаживается ударный инструмент, должен быть расклинен.

2.3. Обеспечение электро- и пожаробезопасности

Устройство и эксплуатация электроустановок должны осуществляться в соответствии с требованиями Правил

устройства электроустановок, Межотраслевых правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей, Правил эксплуатации электроустановок потребителей. Устройство и техническое обслуживание временных и постоянных электрических сетей на производственной территории входят в обязанности электротехнического персонала, имеющего соответствующую квалификационную группу по электробезопасности.

Разводка временных электросетей напряжением до 1000 В, используемых при электроснабжении объектов строительства, должна быть выполнена изолированными проводами или кабелями на опорах либо конструкциях, рассчитанных на механическую прочность при прокладке по ним проводов и кабелей, на высоте над уровнем земли, настила не менее, м:

- 3,5 — над проходами;
- 6,0 — над проездами;
- 2,5 — над рабочими местами.

Светильники общего освещения напряжением 127 и 220 В должны устанавливаться на высоте не менее 2,5 м от уровня земли, пола, настила.

При высоте подвески менее 2,5 м необходимо применять светильники специальной конструкции или использовать напряжение не выше 42 В. Питание светильников напряжением до 42 В должно осуществляться от понижающих трансформаторов, машинных преобразователей, аккумуляторных батарей.

Применять для указанных целей автотрансформаторы, дроссели и реостаты запрещается. Корпуса понижающих трансформаторов и их вторичные обмотки подлежат обязательному заземлению.

Использовать стационарные светильники в качестве ручных не допускается. Следует пользоваться ручными светильниками только промышленного изготовления.

Выключатели, рубильники и другие коммутационные электрические аппа-

раты, применяемые на открытом воздухе или во влажных цехах, должны быть защищены в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Все электропусковые устройства надо размещать так, чтобы исключалась возможность пуска машин, механизмов и оборудования посторонними лицами. Запрещается включение нескольких токоприемников одним пусковым устройством.

Распределительные щиты и рубильники должны иметь запирающие устройства.

Штепсельные розетки на номинальные токи до 20 А, расположенные вне помещений, а также аналогичные штепсельные розетки, размещенные внутри помещений, но предназначенные для питания переносного электрооборудования и ручного инструмента, применяемого вне помещений, должны быть защищены устройствами защитного отключения с током срабатывания не более 30 мА либо каждая розетка должна быть запитана от индивидуального разделительного трансформатора с напряжением вторичной обмотки не более 42 В.

Необходимо, чтобы штепсельные розетки и вилки, применяемые в сетях напряжением до 42 В, имели конструкцию, отличную от конструкции розеток и вилок напряжением более 42 В.

Металлические строительные леса; металлические ограждения места работ; полки и лотки для прокладки кабелей и проводов; рельсовые пути грузоподъемных кранов и транспортных средств с электрическим приводом; корпуса оборудования, машин и механизмов с электроприводом должны быть заземлены (занулены) согласно действующим нормам сразу после их установки на место, до начала каких-либо работ.

Токоведущие части электроустановок следует изолировать, оградить или разместить в местах, недоступных для случайного прикосновения к ним.

Защита электрических сетей и электроустановок на производственной территории от сверхтоков обеспечивается посредством предохранителей с калиброванными плавкими вставками или автоматических выключателей по Правилам устройства электроустановок.

Допуск персонала строительно-монтажных организаций к работам на действующих установках и охранной линии электропередачи должен осуществляться в соответствии с Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок потребителей.

Подготовка рабочего места и допуск к работе командированного персонала осуществляются во всех случаях электротехническим персоналом эксплуатирующей организации.

Для обеспечения пожаробезопасности производственных территорий они должны быть оборудованы средствами пожаротушения согласно Правилам противопожарной безопасности.

В местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение должно быть запрещено, а пользование открытым огнем допускается только в радиусе более 50 м.

Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества (жирные масляные тряпки, опилки или стружки и отходы пластмасс), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном, работоспособном состоянии. Проходы к нему должны быть всегда свободны и обозначены соответствующими знаками.

На рабочих местах, где применяются или готовятся клеи, мастики, краски и другие материалы, выделяющие взрывоопасные или вредные вещества, не допускаются действия с использованием огня или вызывающие искрообразование. Эти рабочие места необходимо проветривать. Электроустановки в

таких помещениях (зонах) должны быть во взрывобезопасном исполнении. Кроме того, надо принять меры, предотвращающие возникновение и накопление зарядов статического электричества.

Рабочие места, опасные во взрыво- или пожарном отношении, должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации.

2.4. Обеспечение безопасности при производстве электросварочных и газопламенных работ

При производстве электросварочных и газопламенных работ необходимо выполнять требования Строительных норм и правил (СНиП), НПБ 01, а также государственных стандартов.

При сварочных работах на высоте следует исходить из требований соответствующих СНиП. Электросварщики должны иметь группу по электробезопасности не менее II.

Места производства электросварочных и газопламенных работ на данном, а также на нижерасположенных ярусах (при отсутствии несгораемого защитного настила или настила, защищенного несгораемым материалом) должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных материалов и оборудования (газогенераторов, газовых баллонов и т.п.) — в радиусе не менее 10 м.

При резке элементов конструкций должны быть приняты меры от случайного обрушения отрезанных элементов.

Проводить сварку, резку и нагрев открытым пламенем аппаратов, сосудов и трубопроводов, содержащих под давлением любые жидкости или газы, заполненных горючими или вредными веществами либо относящихся к электротехническим устройствам, не допускается без согласования с эксплуатирующей организацией мероприятий по обеспе-

чению безопасности и без наряда-допуска.

Пайка, сварка емкостей из-под горючих и легковоспламеняющихся жидкостей без соответствующей обработки их до удаления следов этих жидкостей и контроля состояния воздушной среды в них запрещается.

Пайка и сварка таких емкостей должна выполняться с наполнением и подпиткой их во время пайки или сварки нейтральными газами и обязательно при открытых пробках (крышках).

При производстве газопламенных работ крепление газопроводящих рукавов на ниппелях горелок, резаков и редукторов, а также в местах соединения рукавов необходимо осуществлять стяжными хомутами.

Используемые при газопламенных работах газовые баллоны надлежит хранить и применять в соответствии с требованиями Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

При хранении баллонов на открытых площадках навесы, защищающие их от воздействия осадков и прямых солнечных лучей, должны быть выполнены из негорючих материалов.

Баллоны с горючим газом, имеющие башмаки, надо хранить в вертикальном положении в специальных гнездах, клетях и других устройствах, исключающих их падение.

Баллоны, не имеющие башмаков, следует хранить в горизонтальном положении на рамах или стеллажах. Высота штабеля в этом случае не должна превышать 1,5 м, а клапаны должны быть закрыты предохранительными колпаками и обращены в одну сторону.

Пустые баллоны нужно хранить отдельно от баллонов, наполненных газом.

Газовые баллоны разрешается перевозить, хранить, выдавать и получать только лицам, обученным обращению с ними и имеющим соответствующее удостоверение.

Перемещать газовые баллоны необходимо на специально предназначенных для этого тележках, в контейнерах и других устройствах, обеспечивающих устойчивое положение баллонов.

Размещение ацетиленовых генераторов в проездах, местах массового скопления или прохода людей, а также вблизи мест забора воздуха компрессорами или вентиляторами не допускается.

При эксплуатации, хранении и перемещении баллонов с кислородом должны быть обеспечены меры защиты баллонов от соприкосновения с материалами, одеждой работников и обтирочными материалами со следами масел.

Газовые баллоны должны быть предохранены от ударов и попадания прямых солнечных лучей. От отопительных приборов баллоны должны устанавливаться на расстоянии не менее 1 м.

При перерывах в работе, в конце рабочей смены сварочная аппаратуру необходимо отключать. Шланги должны быть отсоединены, а в паяльных лампах полностью снято давление.

По окончании работы баллоны с газом следует размещать в специально отведенном для хранения баллонов месте, исключающем доступ к ним посторонних лиц.

Для дуговой сварки рекомендуется применять изолированные гибкие кабели, рассчитанные на надежную работу при максимальных электрических нагрузках с учетом продолжительности цикла сварки.

Соединять сварочные кабели следует посредством опрессовки, сварки или пайки с последующей изоляцией мест соединений.

Подключать кабели к сварочному оборудованию надо при помощи спрессованных или припаянных кабельных наконечников.

При прокладке или перемещении сварочных проводов необходимо принимать меры против повреждения их

изоляции и соприкосновения с водой, маслом, стальными канатами и горячими трубопроводами. Расстояние от сварочных проводов до горячих трубопроводов и баллонов с кислородом должно быть не менее 0,5 м, а с горючими газами — не менее 1 м.

Рабочие места сварщиков в помещении при сварке открытой дугой должны быть отделены от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами (ширмами, щитами) высотой не менее 1,8 м.

При сварке на открытом воздухе ограждения следует ставить в случае одновременной работы нескольких сварщиков вблизи друг от друга и на участках интенсивного движения людей.

Сварочные работы на открытом воздухе во время дождя и снегопада запрещены.

Места проведения сварочных работ вне постоянных сварочных постов должны определяться письменным разрешением руководителя или специалиста, отвечающего за пожарную безопасность, и быть обеспечены средствами пожаротушения.

При выполнении электросварочных и газопламенных работ внутри емкостей или полостей конструкций рабочие места надлежит обеспечивать вытяжной вентиляцией. Скорость движения воздуха внутри емкости (полости) должна составлять при этом 0,3...1,5 м/с.

В случаях выполнения сварочных работ с применением сжиженных газов (пропана, бутана, аргона) и углекислоты вытяжная вентиляция должна иметь отсос снизу.

Одновременного осуществления электросварочных и газопламенных работ внутри емкостей не допускается.

При проведении сварочных работ в плохо проветриваемых помещениях малого объема, в закрытых емкостях, колодцах и т.п. необходимо применение средств индивидуальной защиты глаз и органов дыхания.

Нельзя использовать бензорезы при газопламенных работах в резервуарах, колодцах и других замкнутых емкостях.

Освещение при сварочных работах внутри металлических емкостей должно осуществляться с помощью светильников, установленных снаружи, или ручных переносных ламп напряжением не более 12 В.

Сварочный трансформатор, ацетиленовый генератор, баллоны со сжиженным или сжатым газом надо размещать вне емкостей, в которых проводится сварка.

При ручной сварке в электросварочных аппаратах и источниках их питания элементы, находящиеся под напряжением, необходимо закрывать ограждающими устройствами.

Электроподдержатели, применяемые при ручной дуговой электросварке металлическими электродами, должны соответствовать требованиям государственных стандартов на эти изделия.

Электросварочную установку (преобразователь, сварочный трансформатор и т.п.) следует присоединять к источнику питания через рубильник и предохранители или автоматический выключатель, а при напряжении холостого хода более 70 В — автоматически отключать сварочный трансформатор.

Металлические части электросварочного оборудования, не находящиеся под напряжением, а также свариваемые изделия и конструкции на все время сварки должны быть заземлены, а у сварочного трансформатора, кроме того, заземляющий болт корпуса требуется соединить с зажимом вторичной обмотки, к которому подключается обратный провод.

В качестве обратного провода или его элементов могут быть использованы стальные шины и конструкции, если их сечение обеспечивает безопасное по условиям нагрева протекание сварочного тока.

Соединение между собой отдельных элементов, применяемых в качестве об-

ратного провода, должно быть надежным и выполняться на болтах, зажимах или сваркой.

Запрещается использовать провода сети заземления, трубы санитарно-технических сетей (водопровод, газопровод и др.), металлические конструкции зданий, технологическое оборудование в качестве обратного провода электросварки.

2.5. Обеспечение безопасности при возможном воздействии вредных производственных факторов

Для защиты работников от воздействия вредных производственных факторов необходимо, чтобы предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, а также уровни шума и вибрации на рабочих местах не превышали норм, установленных соответствующими государственными стандартами.

При выполнении монтажных работ на территории организации или в производственных цехах помимо контроля за вредными производственными факторами, обусловленными строительным производством, необходимо организовать контроль за соблюдением санитарно-гигиенических норм в установленном порядке.

Перед началом выполнения работ в местах, где возможно появление вредного газа, в том числе в закрытых емкостях, колодцах, траншеях и шурфах, надо проанализировать воздушную среду.

При появлении вредных газов производство работ в данном месте следует приостановить и продолжить их только после обеспечения рабочих мест вентиляцией (проветриванием) или применения работающими необходимых средств индивидуальной защиты.

Работающие в местах с возможным появлением газа должны быть обеспечены защитными средствами (противогазами, самоспасателями).

Работы в колодцах, шурфах или закрытых емкостях надо выполнять в шланговых противогазах, при этом двое рабочих, находясь вне колодца, шурфа или емкости, должны страховать непосредственных исполнителей работ с использованием канатов, прикрепленных к их предохранительным поясам.

При выполнении работ в коллекторах необходимо открыть два ближайших люка или двери с таким расчетом, чтобы работающие находились между ними.

Оборудование, при работе которого возможно выделение вредных газов, паров и пыли, должно поставляться комплектно со всеми необходимыми укрытиями и устройствами, обеспечивающими надежную герметизацию источников выделения вредностей. Укрытия должны иметь устройства, рассчитанные на подключение к аспирационным системам (фланцы, патрубки и т.д.) для механизированного удаления отходов производства.

Полимерные материалы и изделия должны применяться в соответствии с перечнем, утвержденным в установленном порядке. При использовании таких материалов и изделий необходимо руководствоваться также паспортами на них, знаками и надписями на таре, в которой они находились.

Импортные полимерные материалы и изделия допускается применять только при наличии на них санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии санитарным правилам и инструкции по их применению, утвержденной в установленном порядке.

Запрещается использование полимерных материалов и изделий со взрывоопасными и токсичными свойствами без ознакомления с инструкциями по их применению, утвержденными в установленном порядке.

Лакокрасочные, изоляционные, отделочные и другие материалы, выделяющие взрывоопасные или вредные вещества, разрешается хранить на рабо-

чих местах в количествах, не превышающих сменной потребности.

Материалы, содержащие вредные или взрывоопасные растворители, необходимо хранить в герметично закрытой таре.

Машины и агрегаты, создающие шум при работе, должны эксплуатироваться таким образом, чтобы уровни звукового давления и звука на постоянных рабочих местах в помещениях и на территории организации не превышали допустимых величин, указанных в государственных стандартах.

При эксплуатации машин, а также организации рабочих мест для устранения вредного воздействия на работающих повышенного уровня шума должны применяться:

- технические средства (уменьшение шума машин в источнике его образования; технологические процессы, при которых уровни звукового давления на рабочих местах не превышают допустимых, и т.д.);

- строительно-акустические мероприятия в соответствии со Строительными нормами и правилами;

- дистанционное управление шумными машинами; средства индивидуальной защиты;

- организационные мероприятия (выбор рационального режима труда и отдыха, сокращение времени нахождения в шумных условиях, лечебно-профилактические и другие мероприятия).

Зоны с уровнем звука свыше 85 дБ должны быть обозначены знаками безопасности. Работа в этих зонах без использования средств индивидуальной защиты запрещается.

Не допускается даже кратковременное пребывание в зонах с октавными уровнями звукового давления выше 130 дБ в любой октавной полосе.

Производственное оборудование, генерирующее вибрацию, должно соответствовать требованиям государственных стандартов.

Для устранения вредного воздействия вибрации на работающих необходимы:

- снижение вибрации в источнике ее образования конструктивными или технологическими мерами;

- уменьшение вибрации на пути ее распространения средствами виброизоляции и вибропоглощения;

- дистанционное управление, исключающее передачу вибрации на рабочее место;

- применение средств индивидуальной защиты.

Производственные помещения, в которых выделяется пыль, должны иметь гладкую поверхность стен, потолков, полов и регулярно очищаться от пыли.

Уборка пыли в производственных помещениях и на рабочих местах должна проводиться в сроки, определенные приказом по организации, с использованием систем централизованной пылеуборки или передвижных пылеуборочных машин, а также другими способами, исключающими вторичное пылеобразование.

В организации должен осуществляться контроль за отложениями производственной пыли на кровлях зданий и сооружений и своевременным безопасным ее удалением.

Параметры микроклимата в производственных помещениях должны отвечать требованиям соответствующих санитарных правил.

Помещения, в которых проводятся работы с пылевидными материалами, а также рабочие места у машин для дробления, размола и просеивания этих материалов должны быть обеспечены аспирационными или вентиляционными системами (проветриванием).

Основное требование к полам в помещениях — устойчивость к допускаемым в процессе производства работ механическим, тепловым или химическим воздействиям.

В помещениях при периодическом или постоянном стоке жидкостей по поверхности пола (воды, кислот, щелочей, органических растворителей, минеральных масел, эмульсий, нейтральных, щелочных или кислотных растворов и др.) полы должны быть непроницаемы для этих жидкостей и иметь уклоны для стока жидкостей к лоткам, трапам или каналам.

Уклоны полов, сточных лотков или каналов должны быть, %:

- 2...4 — при покрытиях из брусчатки, кирпича и бетонов всех видов;
- 1...2 — при покрытиях из плит;
- 3...5 — при смыве твердых отходов производства струей воды под напором.

Трапы и каналы для стока жидкостей на уровне поверхности пола следует закрывать крышками или решетками, сточные лотки — располагать в стороне от проходов и проездов и не пересекать их.

Устройства для стока поверхностных вод (лотки, кюветы, каналы, трапы и их решетки) необходимо своевременно очищать и ремонтировать, в том числе в помещениях, где уборка проводится с поливом пола водой.

Элементы конструкции полов не должны накапливать или поглощать попадающие на пол в ходе проведения работ вредные вещества. Покрытия полов должны обеспечивать легкость очистки от вредных веществ, производственных загрязнений и пыли.

Глава 3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНТАЖА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. Особенности монтажного производства

При строительстве промышленных объектов монтажные работы в среднем составляют около 35 %, а на объектах химической, нефтеперерабатывающей и некоторых других отраслей достигают 50...60 % от общего объема выполняемых работ. Монтаж технологического оборудования характеризуется сложностью и специфическими особенностями. Одновременно с монтажом оборудования осуществляют монтаж строительных и технологических металлоконструкций, трубопроводов, систем энергообеспечения, объектов электроснабжения, средств контроля и автоматизации, санитарно-технических систем и устройств, систем вентиляции и др.

Монтаж оборудования, во время которого выполняют работы по сборке, установке, выверке и испытанию машин, агрегатов и технологических установок, представляет собой комплекс взаимосвязанных сложных процессов, требующих высокой квалификации и специализации монтажников, тщательной инженерной и технологической подготовки производства, высокого уровня его организации.

Монтажные работы имеют много общего со сборочными работами в машиностроении. Однако если при монтаже собирается стационарное крупногабаритное оборудование, то в сборочных цехах заводов машиностроения — небольшие машины, механизмы или их отдельные узлы. Окончательной продукцией монтажного производства являются смонтированные технологические линии, установки и целые про-

мышленные комплексы, подготовленные для дальнейшей эксплуатации.

Для монтажа характерны закрепление на месте предмета труда и перемещение средств труда, а для сборочных работ — закрепление средств труда и перемещение в этих же пределах предмета труда. Поэтому основная особенность монтажного производства заключается в отсутствии постоянного рабочего места у рабочих-монтажников.

Номенклатура промышленного оборудования отличается разнообразием и непрерывно обновляется. Машины и агрегаты, поступающие на монтаж, имеют сложную конструкцию, состоят из большого числа частей и деталей. Некоторые машины и агрегаты уникальны по своим габаритным размерам и массе.

Разнообразие и сложность предметов труда на механомонтажных работах определяют необходимость применения сложных, иногда уникальных механизмов, инструментов и приспособлений, не используемых на сборочных работах в машиностроении. При монтаже нашли широкое применение специальные грузоподъемные средства, тракторы, трейлеры, электрические лебедки, манипуляторы, специальные виды механизированного и ручного инструмента и контрольно-измерительных приборов.

Сложность предметов и орудий труда, особенности монтажного производства влекут за собой организационную и технологическую сложность выполнения работ. На одном объекте монтируют различные по назначению и конструктивным особенностям машины и агрегаты, а также другое технологическое оборудование. Одинаковые машины и агрегаты на различных объектах из-за

специфики состояния их поставки и условий производства работ монтируют разными методами. Механомонтажные работы характеризуются большой длительностью и многообразием технологических процессов и операций, отсутствием цикличности.

При монтаже технологического оборудования работники имеют дело с различными изделиями машиностроения и монтажного производства. Такими изделиями могут быть любые предметы или наборы предметов, изготовленные на машиностроительном предприятии, промбазе монтажной организации или на месте монтажа, а также технологические линии, отдельные машины, их элементы в сборе и отдельные детали. Смонтированное оборудование является изделием монтажного производства.

Деталь — это изделие (составная часть изделия), изготовленное из однородного материала (по наименованию и марке) без применения сборочных операций. Характерный признак детали — отсутствие в ней разъемных и неразъемных соединений. Деталь является первичным сборочным элементом любого более сложного изделия (фланец, прокладка, болт, гайка и т.д.).

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой в ходе сборочных операций. Ее характерная особенность — возможность сборки обособленно от других элементов изделия. К сборочным единицам относятся различные типы механизмов и оборудования (станок, механизм и т.д.), а также агрегатированные блоки оборудования.

Технологическое оборудование — средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещают материалы или заготовки, средства воздействия на них, технологическую оснастку и при необходимости источники энергии. К технологическому оборудованию принадлежат прессы, литей-

ные машины, станки, печи, испытательные стенды и т.д.

В зависимости от рассматриваемого вида технологического процесса (изготовление детали, получение химического продукта, сборка узла, монтаж машины) в состав технологического оборудования могут входить как монтируемые изделия (станки, аппараты), так и изделия, которыми осуществляется сборка или монтаж (сборочное оборудование, краны, гидроподъемники).

Комплекс — это два или больше специфицированных изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Примером комплексов является весь набор оборудования технологической линии (установки).

Монтажный блок — комплекс, составные части которого (оборудование, конструкции, трубопроводы, приборы и т.д.) собирают перед установкой в проектное положение.

Технологическая линия (установка) — комплекс собираемых при монтаже изделий (оборудования, конструкций и коммуникаций), предназначенных для осуществления технологического процесса. Технологическая линия (установка) может выполнять определенную функцию (производить продукцию) независимо от других линий или их составных частей. После установки в проектное положение и завершения всего цикла работ монтажные блоки, технологические линии (установки) можно считать изделиями монтажного производства.

Технологическая оснастка — средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса. Примером оснастки являются стропы, блоки, опорные стойки для проведения тяжелых работ, домкраты, струбцины для выверки и т.д.

Инструмент — это технологическая оснастка, предназначенная для воздействия на предмет труда с целью изменения его состояния. К инструменту относятся, например, ключи, шлифовальные машины, трубогибы и т.д. Инструмент может быть ручным, механизированно-ручным и механизированным.

Ручной инструмент является ручным техническим устройством. Инструмент используют в качестве орудия машины либо человека для непосредственного изменения или определения состояния предмета труда или для установки другого орудия в машину.

У *механизированно-ручного инструмента* главное движение осуществляется энергией неживой природы, а подача и управление выполняются людьми.

У *механизированного инструмента* все движения выполняются энергией неживой природы, а управление — людьми.

Приспособление — технологическая оснастка, предназначенная для установки, поддержания и направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции. Примерами приспособлений служат тиски, подставки для теодолитов, зажимы, коуши и т.д.

Приспособления могут быть ручными и механизированными. К ручным относятся приспособления, являющиеся ручным техническим устройством, к механизированным — приспособления, в которых закрепление и распределение предметов производства выполняются с помощью энергии неживой природы, а остальные действия — людьми.

3.2. Технологические процессы и операции монтажа

Монтажные работы являются одним из трех видов строительно-монтажных работ: строительных, специальных строительных и монтажных. К монтажным работам относятся: монтаж оборудо-

ования промышленных предприятий, оборудования для добычи и переработки полезных ископаемых, подъемно-транспортного оборудования, электротехнического оборудования и средств связи и сигнализации, контрольно-измерительных приборов и устройств, монтаж теплоэнергетического и другого оборудования, технологических трубопроводов и металлоконструкций.

Монтаж (ГОСТ 23877–79) — установка изделия или его составных частей на месте использования.

К *механомонтажным* относятся работы по монтажу технологического, энергетического, подъемно-транспортного и нестандартизованного оборудования, трубопроводов и металлоконструкций.

Монтаж оборудования — комплекс работ, включающих в себя сборку машин (агрегатов и другого оборудования), их установку в рабочее положение на предусмотренном проектом месте, сборку и соединение в технологические линии и установки, испытания на холостом ходу и под нагрузкой, а также вспомогательные, подготовительные и пригоночные операции, не выполненные по каким-либо причинам при изготовлении.

Производственный процесс монтажа оборудования представляет собой совокупность взаимосвязанных действий, в результате которых исходные изделия машиностроения превращаются в смонтированный агрегат, промышленные линии, комплексы или технологические установки, предназначенные для производства определенных видов промышленной продукции.

Технологический процесс монтажа — часть производственного процесса монтажа, непосредственно связанная с последовательным изменением и (или) определением пространственного и качественного состояния элементов монтируемого оборудования или агрегата. Отличительной особенностью монтажного

технологического процесса и его характерным признаком является возможность выделить, зарегистрировать и оценить измененное состояние монтируемого элемента или оборудования.

Монтаж оборудования состоит из подготовительных, собственно монтажных работ, опробования и испытаний смонтированного оборудования. Соответственно технологические процессы монтажа разделяются на основные, подготовительные и пусконаладочные.

Выполнение пусконаладочных работ является обязанностью заказчика, который привлекает для этого монтажную организацию.

К *собственно монтажным* относятся следующие работы:

- проверка фундаментов и приемка их под монтаж;
 - установка фундаментных болтов и закладных частей;
 - проверка комплектности оборудования и приемка его в монтаж;
 - разборка оборудования, его очистка от консервирующей смазки, промывка, осмотр частей и их смазывание;
 - укрупнительная сборка оборудования, поставляемого частями;
 - перемещение оборудования или его узлов и деталей в пределах монтажной зоны и установка в проектное положение (основные такелажные работы);
 - установка прокладок;
 - выверка и крепление к фундаментам;
 - сборка и установка входящих в состав поставки оборудования металлических конструкций, трубопроводов, арматуры, вентиляторов, насосов, питателей, контрольно-измерительной и пускорегулирующей аппаратуры, ограждений, систем пневмогидроуправления, централизованной смазки;
 - заправка смазочными материалами и заливка охлаждающих составов.
- Соответственно, указанные работы входят в состав основных технологических процессов монтажа.

Среди монтажных работ *ведущими технологическими процессами* являются сборка оборудования и узлов, установка их в проектное положение с требуемой точностью и последующее закрепление на фундаментах. Эти процессы во многом определяют качество монтажа машин и агрегатов, стабильность их проектного положения в технологических линиях и установках, а также надежность при эксплуатации.

К важным технологическим процессам, особенно при монтаже тяжелого крупногабаритного оборудования, могут быть причислены и основные такелажные работы.

К *такелажным работам* относятся: горизонтальное, вертикальное и наклонное перемещение оборудования, осуществляемое на монтажной площадке; установка, снятие и передвижка такелажных средств (монтажных мачт, порталов, шеев, монтажных лебедок и т.п.). При этом такелажные процессы, осуществляемые в пределах монтажной зоны, относятся к основным, а выполняемые вне ее — к подготовительным технологическим процессам монтажа.

Монтажные подготовительные технологические процессы возникают в зависимости от наличия и оснащения специальных площадок для укрупнительной сборки. Эти процессы состоят из собственно укрупнительной сборки оборудования, трубных узлов и металлических конструкций, а также выполнения комплекса погрузочно-разгрузочных и транспортных операций.

К *испытанию и комплексному опробованию оборудования* относятся работы, обеспечивающие проверку соответствия техническим условиям смонтированного оборудования, включающие в себя проверку на герметичность и прочность, точности установки узлов и деталей, испытания работы оборудования на холостом ходу и под нагрузкой, а также приработку его узлов. Указанные работы состоят в подготовке и проведении

испытаний отдельных механизмов, машин, аппаратов и трубопроводов, а также в их комплексном опробовании в составе технологических линий.

Наладка оборудования — подготовка технологического оборудования к выполнению определенного технологического процесса в составе линии или установки совместно с приборами и устройствами контроля, автоматического регулирования и управления.

Производством механомонтажного производства является комплекс смонтированного на объекте технологического, подъемно-транспортного и энергетического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций. Цена этой продукции — *сметная стоимость механомонтажных работ*. Продукция монтажного производства после ее создания закрепляется неподвижно на определенном месте.

Предметами труда при механомонтажных работах являются оборудование, трубопроводы, их узлы и детали, металлические конструкции.

Монтаж оборудования отличается длительным циклом производства, большой трудоемкостью и высокой стоимостью законченной продукции.

Территория, на которой ведутся работы по монтажу нескольких единиц оборудования, участка трубопроводов или металлоконструкций, называется *монтажной зоной*. Монтажная зона является рабочим местом монтажника. *Монтажной площадкой* именуют территорию, на которой выполняются работы по монтажу комплекса машин, агрегатов и другого технологического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций строящегося объекта.

Технологические процессы монтажа состоят из ряда операций.

Монтажной операцией называют законченную часть технологического процесса монтажа, осуществляемую непрерывно над узлом, машиной или агрегатом на одном рабочем месте (в пределах

одной монтажной зоны), одним рабочим или группой рабочих, объединенных единой целью. Монтажная операция характеризуется постоянством состава рабочих, рабочего места, орудий и предметов труда. Основным признаком монтажной операции — это возможность ее нормирования, выделения и контроля полученных результатов.

Монтажный переход — часть технологической операции, характеризующаяся неизменностью сопрягаемых поверхностей оборудования и применяемой оснастки или инструмента.

Монтажный прием — законченная совокупность отдельных движений рабочего, связанных единой целью, в процессе выполнения монтажной операции.

Типизация технологии монтажных работ. Типовая технология — это важнейшее средство оптимизации монтажного производства. Она разрабатывается с учетом прогрессивной технологии, комплексной механизации работ, научной организации труда и является основной для технико-экономического обоснования, выбора и осуществления рациональных решений по организации и технологии монтажного производства, составления текущих и оперативных планов монтажных работ.

Типизацию монтажных работ осуществляют на основе: анализа технологии путем классификации монтажных процессов по их видам; выявления их технологической структуры, состава и связей как между собой, так и со смежными строительными-монтажными работами; выбора наиболее массовых и трудоемких монтажных операций; их типизации; составления из типовых операций монтажных процессов.

Цель типизации — разработка монтажных процессов, позволяющих монтировать технологическое оборудование, различное по конструкции, но имеющее одинаковые монтажно-технологические признаки, наиболее совершенными и эффективными методами

с применением высокопроизводительных средств механизации и оснастки.

Типовые технологические процессы монтажа (разрабатываются на основе типовых монтажных операций) содержат их перечень в технологической последовательности. Каждая операция оформляется в виде технологической карты. Пример операционной технологической карты приведен в табл. 3.1.

Типовые производственные процессы состоят из типовых технологических процессов, выполняемых при монтаже характерных представителей отдельных групп оборудования. Группы оборудования выделяют исходя из общности содержания и последовательности выполнения операций монтажа и совпадающих или достаточно близких монтажно-технологических и конструктивных параметров.

К ним относятся: пространственное положение (горизонтальное, вертикальное, наклонное); место расположения (открытая площадка, одно- или многоэтажное здание); условия поставки; геометрические параметры (ширина, высота, длина, диаметр и т.д.); масса; высотная отметка; вид крепления на фундаменте; точность установки; конструкция соединений поставочных блоков; точность сборки соединений и т.п.

Стандартные типовые процессы, соответствующие наиболее прогрессивным методам и способам выполнения монтажных работ и реализуемые с помощью высокопроизводительной оснастки и механизмов, применяют с целью установления единообразия в технологии монтажа однотипного оборудования; сокращения объема работ и снижения трудоемкости при проектировании технологических процессов монтажа; обеспечения оптимального уровня технологической подготовки монтажного производства.

Способы и методы производства монтажных работ выбирают с учетом особенностей принятого метода строительства.

В связи с тем что механомонтажные и специальные работы, являющиеся составной и завершающей частью строительства, определяют сроки ввода объекта в эксплуатацию, в основу методов их производства положены принципы: максимальной индустриализации и механизации работ, внедрения прогрессивной технологии и передовых методов труда на базе последних достижений научно-технического прогресса в строительном-монтажном производстве, точной организации работ при современных методах управления.

В зависимости от сложности объектов, условий строительной площадки и особенностей обеспечения материально-техническими и людскими ресурсами строительном-монтажные работы выполняют открытым, закрытым или комбинированным способом.

При *открытом способе* (метод законченного нулевого цикла) все работы по устройству фундаментов и других подземных сооружений, необходимых для монтажа строительных конструкций и оборудования, проводят до возведения каркаса здания. Затем монтируют его конструкции и оборудование.

При *закрытом способе* указанные выше работы ведут в два этапа: на первом осуществляют земляные и бетонные работы, необходимые для монтажа каркаса здания; на втором этапе в закрытом здании — земляные и бетонные работы по укладке фундамента под технологическое оборудование, а затем монтируют это оборудование.

Комбинированный способ применяют в основном для цехов с разной насыщенностью пролетов фундаментами под оборудование. Работы по нулевому циклу в пролетах с небольшим числом фундаментов в данном случае могут выполняться закрытым способом, а в остальных — открытым.

Строительство многопролетных цехов типа прокатных и им подобных с большими и сложными подземными сооруже-

3.1. Состав операционной технологической карты на выверку горизонтальности корпуса редуктора

Наименование операции, содержание переходов и схемы расположения рабочих мест	Механизмы, оснастка, приспособления и приборы	Состав исполнителей — монтажники	Технические требования	Норма времени, чел.-ч
Определение отклонений от горизонтальности и выверка (в плоскости, перпендикулярной валу)				
Установка средств контроля и измерения: установить поверочную линейку на базовую поверхность оборудования установить на поверочную линейку уровень измерить отклонения от горизонтальности и сравнить с допускаемыми	Брусковый уровень 118-0,05 (ГОСТ 9392–89), поверочная линейка ШД-1-1600 (ГОСТ 8026–92)	Один пятого разряда, один третьего	Допускаемые отклонения от горизонтальности 0,4 мм на 1 м; допускаемая погрешность измерений 0,08 мм/м	0,3
Регулировка горизонтальности положения корпуса редуктора				
Регулировка: ввертная или вывертная регулировочные винты, добиться горизонтальности с отклонениями, не превышающими допускаемые	Комбинированные гачные ключи 7811–0232 (ГОСТ 16983–80); брусковый уровень 1180.05 (ГОСТ 9392–89); поверочная линейка ШД-1-1600 (ГОСТ 8026–92)	Один пятого разряда, один третьего	Действительные отклонения должны быть в пределах допуска	3,0
Контроль (измерить отклонения)	—	—	—	0,2

Окончание табл. 3.1

Наименование операции, содержание переходов и схемы расположения рабочих мест	Механизмы, оснастка, приспособления и приборы	Состав исполнителей — монтажники	Технические требования	Норма времени, чел.-ч
Определение отклонений от горизонтальности и выверка (вдоль вала)				
Выполнить перечисленные выше операции, установив линейку и уровень в плоскости, параллельной валу	—	—	—	3,5
Фиксация (предварительное закрепление) корпуса редуктора				
Установка шайб и навинчивание гаек на анкерные болты	Гаечные ключи 7811-0239 (ГОСТ 16983-80)	Один пятого разряда, один третьего	Допускаемый момент затяжки 300 Н · м	3,6
Затяжка гаек в несколько обходов с проверкой горизонтальности по уровню	Уровень и поверочная линейка			

ниями осуществляют методом законченного нулевого цикла (открытым способом) с поточной организацией работ. При этом здание цеха разбивают на несколько участков, размеры которых выбирают так, чтобы их компоновка обеспечивала монтаж, испытание и пусконаладочные работы для оборудования с законченным технологическим циклом.

Получил распространение *поузловой метод* проектирования, подготовки, организации и управления строительством крупных и сложных промышленных комплексов (объектов). Сущность его заключается в членении комплекса (объекта) на взаимосвязанные между собой конструктивно и технологически обособленные части (узлы, подузлы) и в создании на этой основе документов для подготовки производства и управления.

Узел объекта — конструктивно и технологически обособленная, расположенная в определенных границах его часть, техническая готовность которой после завершения строительно-монтажных работ позволяет автономно, независимо от готовности объекта в целом осуществить испытание оборудования (машин), пусконаладочные работы и комплексное опробование. По назначению узлы подразделяются на технологические, строительные и общеплощадочные.

Дальнейшая перспектива индустриализации монтажного производства связана с *комплектно-блочным методом*, под которым понимается организация монтажа оборудования из комплектных блоков, изготавливаемых на машиностроительных заводах, а также сборочно-комплектовочных предприятиях строительной индустрии и строительно-монтажных организаций.

Комплектно-блочный метод позволяет превратить строительную площадку в технологический конвейер, работа которого начинается в заводских условиях и заканчивается на строительной площадке, т.е. выполняется комплексным укрупненным потоком. При этом

поставка блоков к месту их установки в проектное положение должна проводиться в технологической последовательности возведения объекта.

Укрупнение оборудования позволяет применять совмещенную технологию возведения объектов, при которой строительные и монтажные работы выполняют параллельно: на основной строительной площадке в пределах здания закладывают фундаменты под оборудование и ведут другие работы нулевого цикла; на площадках укрупнительной сборки, промбазах и базах комплектации собирают в блоки оборудование и трубопроводы и выполняют обмуровочные, изоляционные и другие специальные работы.

При *совмещенном монтаже* монтаж строительных конструкций каркаса здания, не вошедших в блоки, осуществляют одновременно с монтажом блоков оборудования в едином комплексном потоке. Конструкции, оборудование и блоки поступают на приобъектный склад или их сразу устанавливают краном с транспортных средств в проектное положение.

Совмещенный монтаж может быть трех вариантов: монтаж (подъем, установка и закрепление) оборудования и блоков параллельно с монтажом строительных конструкций; подача оборудования на проектные отметки перекрытий одновременно с монтажом строительных конструкций, а выверка, закрепление и другие работы осуществляются по окончании общестроительных работ; подача на проектные отметки перекрытий упакованного оборудования одновременно с монтажом строительных конструкций, а другие работы выполняются только в полностью построенном здании при определенных температурном режиме и влажности воздуха.

При реконструкции оборудования действующих предприятий (доменных печей, котлов-утилизаторов, водогрейных и паровых котлов и т.д.) применяют

метод надвигки. Он заключается в том, что, не прекращая работы оборудования, на расположенном в стороне временном основании монтируют другое для последующей надвигки его в проектное положение. Действующее оборудование останавливают, разбирают непосредственно перед завершением сборки нового, что позволяет свести к минимуму перерыв в выпуске продукции. Собранное оборудование перемещают с помощью домкратов или полиспастов электролебедок по накаточному устройству на фундамент.

При изготовлении монтажных блоков или укрупнении оборудования различают узловую и общую сборку. Объектами *узловой сборки* являются составные части монтажного блока. *Общая сборка* — это сборка, объектом которой является монтажный блок в целом (рис. 3.1).

Элемент, с которого начинают сборку изделия (его составной части), называется *базовым*. Процесс общей сборки изображают на схеме горизонтальной линией. Ее проводят в направлении от базового элемента к собранному объекту. В порядке последовательности сборки сверху располагают условные обозначения всех деталей, непосредственно входящих в изделие, а снизу — все со-

ставляющие изделие части. На технологических схемах узловой сборки эти составные части показывают как отдельные элементы.

Технологические схемы сборки снабжают надписями — сносками, поясняющими вид сборочных работ (сварку, клепку, выверку, проверку зазоров и пр.), когда они не ясны из схемы, и осуществляемый при сборке контроль.

3.3. Документация для монтажных работ

Монтаж оборудования, трубопроводов и конструкций, а также расчеты за выполненные работы проводят на основании технической, нормативной, проектно-сметной, технологической, монтажной и производственной исполнительной документации.

К *технической* относится документация заводов-изготовителей на оборудование, которую заказчик передает монтажной организации для подготовки и выполнения работ. Она включает в себя:

- сборочные и установочные чертежи со спецификациями и комплектно-отгрузочными ведомостями;
- паспорта машин, аппаратов, арматуры и контрольно-измерительных

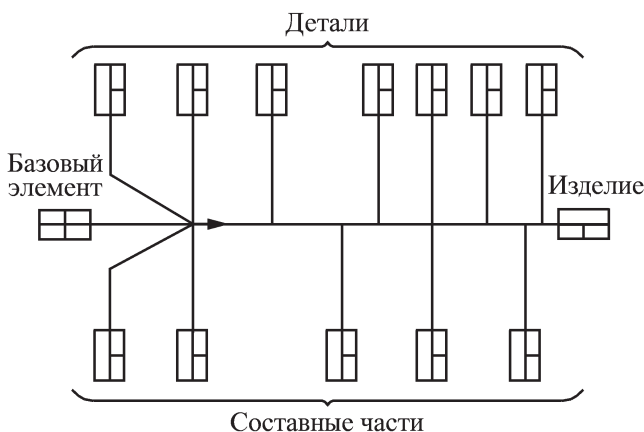


Рис. 3.1. Технологическая схема общей сборки изделия

приборов, входящих в комплект поставки;

- схемы деления негабаритного оборудования на поставочные узлы с указанием маркировки;

- заводские технические условия (ТУ) на изготовление и поставку оборудования, а также инструкции на его сборку, монтаж, сварку, испытание и обкатку вхолостую;

- акты завода-изготовителя на контрольную сборку, обкатку и испытание оборудования с приложением формуляров (монтажных карт) и указанием допускаемых и фактических зазоров, полученных при сборке;

- упаковочный лист (один экземпляр);

- схемы строповки отдельных узлов и машины в целом;

- график поставки оборудования;

- сертификаты на металлопрокат, трубы, метизы и др.

Нормативная документация — технические регламенты, строительные нормы и правила (СНиП), отраслевые (ОСТ) и государственные (ГОСТ) стандарты; сборники норм и расценок, ценники и прейскуранты оптовых цен на материалы и оборудование; технические условия на производство и приемку монтажных работ, изготовление и поставку оборудования; нормы продолжительности строительства объектов, монтажных работ и опробования оборудования.

Проектно-сметная документация.

Технологическая монтажная документация — проект организации строительства, проект производства работ, технологические карты и технологические схемы производства работ, а также журналы производства монтажных и специальных работ.

Проект организации строительства (ПОС) разрабатывается на стадии рабочего проекта промышленного объекта. Одной из составных частей ПОС является раздел «Механомонтажные работы. Монтаж оборудования».

В состав этого раздела входят: сведения об объемах работ в денежном и физическом выражении; предложения по строительному генеральному плану (далее — стройгенплан) с указанием метода и направления строительства основных зданий и сооружений, площадок приобъектного склада и др.; принципиальные решения по монтажу основного оборудования; схемы установки и крепления оборудования на фундаментах; порядок подачи оборудования в монтаж и на площадки приобъектного склада; сроки представления строительной готовности по этапам; график поставки основного оборудования и конструкций; схемы энергообеспечения; потребность в энергоресурсах и рабочей силе; предложения по созданию производственной базы и строительству жилых помещений; требования к генподрядчику (заказчику) и смежным организациям по организации, совмещению и увязке различных работ.

В принципиальных решениях по монтажу указаны: монтажные проемы; схемы монтажа основного оборудования и установки его в мертвых зонах, не обслуживаемых мостовыми кранами; технические решения по использованию строительных конструкций, специальных монтажных механизмов (порталов, подъемников и др.) для подъема оборудования и эстакад для его перемещения с разработкой соответствующих заданий на их проектирование или проверку их несущей способности с учетом монтажных нагрузок.

Проект производства работ (ППР) является основным технологическим документом, который разрабатывают в целом на объект или на отдельные виды работ в соответствии с требованиями общегосударственных и ведомственных нормативных документов. ППР состоит из пояснительной записки, графической части и приложения, которое включает в себя: смету на дополнительные работы, не учтенные в

ценниках на монтаж оборудования; рабочие чертежи монтажных приспособлений и специальных временных сооружений, а также монтажно-технический паспорт объекта.

ППР содержит краткую характеристику объекта, данные по объему, стоимости и трудоемкости монтажа, схему монтажной площадки, генеральный план зоны выполнения и организации работ; решения по технологии монтажа и организации труда; сведения об энергоресурсах, материалах и средствах монтажа; требования к геодезическому обоснованию; технологические карты или схемы выполнения производственных процессов монтажа; схемы энергоснабжения, проекты производства сварочных работ; мероприятия по механизации ручного труда, технике безопасности и охране окружающей среды; чертежи временных сооружений, графики движения рабочих кадров и перемещения механизмов; схемы строповки и перемещения монтируемых узлов.

Технологическая карта производства работ. Монтаж отдельных машин и агрегатов осуществляют в соответствии с рабочими чертежами и инструкциями заводов-изготовителей. Когда технология, заложенная в инструкциях, не соответствует условиям производства, монтаж отдельных машин и выполнение сложных работ осуществляют по технологическим картам.

В технологической карте указаны наименование и характеристика машины (объекта, работы); объемы работ, масса и число монтажных узлов (блоков); сметная стоимость и трудоемкость работ, состав звеньев и бригад, продолжительность и сроки выполнения работы; план монтажной площадки (рабочей зоны, рабочего места); маршруты движения рабочих и перемещения механизмов; порядок приемки строительной части объекта и оборудования (конструкций, материалов); требования к расконсервации и подготовке оборудова-

ния (конструкций) к монтажу; схемы перемещения, строповки, установки и выверки оборудования (конструкций); последовательность работ (сборки); потребность в монтажных механизмах, приспособлениях, инструменте и материалах; порядок испытания (обкатки) вхолостую; технико-экономические показатели; техника безопасности. ППР и технологические карты на производственные процессы монтажа составляют проектно-технологические институты или монтажные организации.

Технологические схемы производства работ. Не требующие сложных инженерных решений работы по транспортированию и подъему выполняют по схемам, которые по составу аналогичны технологической карте, но имеют значительно меньший объем и оформляются на типовом бланке с приложением плана монтажной зоны, схем подъема и перемещения грузов.

Журналы производства работ ведут при монтаже ответственного оборудования; сварке трубопроводов и оборудования, подведомственных Ростехнадзору, а также ответственных металлоконструкций (доменных печей и т.п.); защите оборудования от коррозии; испытаниях (обкатке) оборудования.

Производственная исполнительная документация — схемы фундаментов и постаментов под оборудование, а также смонтированного оборудования и трубопроводов; формуляры установки ответственных машин, турбин, компрессоров, прокатного оборудования и т.п.; акты скрытых работ и т.д.

Производственную исполнительную документацию составляют в процессе выполнения работ. В исполнительных схемах и формулярах указывают проектные и фактические размеры, положение осей и высотных отметок элементов фундаментов, оборудования, конструкций и трубопроводов, а также допускаемые и фактические зазоры в подшипни-

ковых опорах, зубчатых и червячных зацеплениях и других вращающихся узлах.

Организационно-технологическая документация (ПОС, ППР и др.) по монтажу оборудования трубопроводов и конструкций должна содержать конкретные проектные решения по безопасности труда, определяющие технические средства и методы работ, которые обеспечивают выполнение нормативных требований безопасности труда.

Не допускается заменять проектные решения извлечениями из норм и правил безопасности труда, которые рекомендуется приводить только в качестве обоснования для разработки соответствующих решений.

Исходными данными для разработки проектных решений по безопасности труда являются:

- требования нормативных документов и стандартов по безопасности труда;

- типовые решения по выполнению требований безопасности труда, справочные пособия и каталоги средств защиты работающих;

- инструкции заводов — изготовителей строительных материалов, изделий и конструкций по обеспечению безопасности труда в процессе их применения;

- инструкции заводов — изготовителей машин и оборудования, применяемых в процессе работ.

При разработке проектных решений по организации строительных, монтажных и производственных площадок, участков работ необходимо выявить опасные производственные факторы, связанные с технологией и условиями производства работ, определить и указать в организационно-технологической документации зоны их действия. При этом опасные зоны, связанные с применением грузоподъемных машин, определяются в проектно-сметной документации (ПОС), а остальные — в производственной документации (ППР).

Санитарно-бытовые и производственные помещения и площадки для отдыха работников, а также автомобильные и пешеходные дороги следует располагать за пределами опасных зон.

На случай, если в процессе строительства, реконструкции или монтажа объектов и сооружений в опасные зоны вблизи мест перемещения грузов кранами и от монтируемых объектов попадут эксплуатируемые гражданские или производственные здания и сооружения, транспортные или пешеходные дороги и другие места возможного нахождения людей, необходимо предусматривать решения, предупреждающие условия возникновения там опасных зон. Так, рекомендуется:

- вблизи мест перемещения груза краном

- оснащать башенные краны дополнительными средствами ограничения зоны их работы, способствующими принудительному ограничению зоны работы таким образом, чтобы не допускать нахождения людей в опасных местах;

- скорость поворота стрелы крана в сторону границы рабочей зоны ограничивать до минимальной при расстоянии от перемещаемого груза до границы зоны менее 7 м;

- на участках, расположенных на расстоянии менее 7 м от границы опасных зон, грузы перемещать с применением предохранительных или страховочных устройств, исключающих падение груза;

- на участках вблизи строящегося (реконструируемого) здания по его периметру устанавливать защитный экран, имеющий равную или большую высоту по сравнению с высотой возможного нахождения груза, перемещаемого грузоподъемным краном; зону работы крана ограничивать таким образом, чтобы перемещаемый груз не выходил за контуры здания в местах расположения защитного экрана.

Проектными решениями по обеспечению безопасности труда при разборке объектов должны быть определены:

- размеры опасной зоны при принятом методе работ;

- последовательность выполнения работ, исключающая самопроизвольное обрушение конструкций;

- мероприятия по подавлению пылеобразования в процессе разборки оборудования и конструкций и их погрузке.

Для предупреждения падения работающих с высоты в проектных решениях следует предусматривать:

- сокращение объемов верхолазных работ за счет применения конвейерной или укрупнительной сборки, крупноблочного или бескранового метода монтажа;

- преимущественное первоочередное устройство постоянных ограждающих конструкций (стен, панелей и проемов);

- использование ограждающих устройств, соответствующих конструктивным и объемно-планировочным решениям возводимого объекта и удовлетворяющих требованиям безопасности труда;

- определение места и способов крепления предохранительного пояса.

Кроме того, решениями должны быть определены:

- средства подмащивания, предназначенные для выполнения данного вида работ или отдельной операции;

- пути и средства подъема работников на рабочие места;

- в необходимых случаях — грузозахватные приспособления, позволяющие осуществлять дистанционную расстроповку длинномерных строительных конструкций, оборудования и трубопроводов.

В целях предупреждения падения с высоты перемещаемых краном оборудования, конструкций, изделий, материалов, а также потери их устойчивости в процессе монтажа или складиро-

вания в проектных решениях необходимо указать:

- средства контейнеризации или тару для перемещения штучных материалов с учетом характера и грузоподъемности перемещаемого груза и удобства подачи его к месту работ;

- грузозахватные приспособления (грузовые стропы, траверсы и монтажные захваты), соответствующие массе и габаритным размерам перемещаемого груза, условиям строповки и монтажа;

- способы строповки, обеспечивающие подачу элементов конструкций при складировании и монтаже в положении, соответствующем проектному или близком к нему;

- приспособления (пирамиды, каскеты) для устойчивого хранения элементов строительных конструкций;

- порядок и способы складирования оборудования, конструкций, изделий и материалов;

- способы временного и окончательного закрепления конструкций;

- методы удаления отходов;

- место установки и конструкцию защитных перекрытий или козырьков при необходимости нахождения людей в зоне возможного падения мелких материалов или предметов.

При выполнении работ с применением грузоподъемных машин, механизмов или оборудования необходимо предусматривать:

- выбор типов машин, мест их установки и режимов работы в соответствии с параметрами, определенными технологией работ и условиями их производства;

- меры, ограничивающие зону действия машин, для предупреждения возникновения опасной зоны в местах нахождения людей, а также ограждение зоны работы машин;

- особые условия установки машин в зоне призмы обрушения грунта, на насыпном грунте или косогоре.

При необходимости разработки траншей и котлованов и нахождения в них

людей для производства строительно-монтажных работ должны быть определены:

- в проектно-сметной документации (ПОС) безопасная крутизна незакрепленных откосов выемки с учетом нагрузки от строительных машин и материалов или решение о применении креплений;

- в производственной документации (ППР), кроме того, дополнительные мероприятия по контролю и обеспечению устойчивости откосов в связи с сезонными изменениями;

- тип креплений и технология их установки, а также места установки лестниц для спуска и подъема людей.

Для предупреждения поражения работающих электротоком следует предусматривать:

- указания по устройству временных электроустановок, выбору трасс и определению напряжения временных силовых и осветительных электросетей, по устройству для ограждения токоведущих частей и месторасположению вводно-распределительных систем и приборов;

- способы заземления металлических частей электрооборудования;

- методы подъема людей;

- дополнительные защитные меры при производстве работ в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также при выполнении работ в аналогичных условиях вне помещений;

- мероприятия по безопасному осуществлению работ в охраняемых зонах линий электропередачи.

Для предупреждения воздействия на работников вредных производственных факторов (неблагоприятного микроклимата, шума, вибрации, пыли и вредных веществ в воздухе рабочей зоны) необходимо:

- определить участки работ, на которых могут возникнуть вредные производственные факторы, обусловленные технологией и условиями выполнения работ;

- предложить средства защиты работающих;

- предусмотреть специальные меры по хранению опасных и вредных веществ, а также для защиты работников при использовании приборов, содержащих радиоактивные изотопы и служащих источниками ионизирующих излучений, и применении лазеров.

3.4. Организация монтажных работ

При монтаже стальных конструкций, трубопроводов, оборудования и инженерного оборудования (далее — при выполнении монтажных работ) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- расположения рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;

- передвигающихся конструкций, грузов;

- обрушения незакрепленных элементов конструкций зданий и сооружений;

- падения вышерасположенных материалов, инструмента;

- опрокидывания машин, падения их частей;

- повышенного напряжения в электрической цепи, которая может замкнуться через тело человека.

При наличии вышеуказанных опасных и вредных производственных факторов безопасность монтажных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической монтажной документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- организации рабочих мест;

- определения марки крана, места установки и опасных зон при его работе;

- методов и средств доставки и монтажа оборудования;

- обеспечения безопасности рабочих мест на высоте;
- определения последовательности установки конструкций и оборудования;
- обеспечения устойчивости конструкций и частей здания в процессе монтажа;
- определения схем и способов укрупнительной сборки элементов конструкций;
- мер безопасности при травлении и обезжиривании трубопроводов.

На участке (захватке), где ведутся монтажные работы, не допускается выполнения других работ и нахождения посторонних лиц.

При возведении объектов запрещается вести работы, связанные с нахождением людей в одной захватке (участке) на этажах (ярусах), над которыми проводятся перемещение, установка и временное закрепление элементов конструкций и оборудования.

При невозможности разбивки зданий и сооружений на отдельные захватки (участки) одновременное выполнение монтажных и других строительных работ на разных этажах (ярусах) разрешается только в случаях, предусмотренных ППР, при наличии между ними надежных (обоснованных соответствующим расчетом на действие ударных нагрузок) междуэтажных перекрытий.

Использование установленных конструкций для прикрепления к ним грузовых полиспастов, отводных блоков и других монтажных приспособлений допускается только с согласия проектной организации, выполнившей рабочие чертежи конструкций.

Монтаж конструкций и оборудования сооружений следует начинать, как правило, с пространственно-устойчивой части: связевой ячейки, ядра жесткости и т.п.

Монтаж конструкций и оборудования каждого вышележащего этажа (яруса) многоэтажного объекта следует про-

водить после закрепления всех установленных монтажных элементов по проекту и достижения бетоном (раствором) заданной прочности, указанной в ППР.

Окраску и антикоррозионную защиту конструкций и оборудования в случаях, когда они выполняются на строительной площадке, следует осуществлять, как правило, до их подъема на проектную отметку. После подъема проводить окраску или антикоррозионную защиту надо только в местах стыков и соединений конструкций.

Распаковка и расконсервация подлежащего монтажу оборудования должны выполняться в зоне, отведенной в соответствии с ППР, и на специальных стеллажах или прокладках высотой не менее 100 мм.

При расконсервации оборудования не допускается применения материалов со взрывопожароопасными свойствами.

При монтаже каркасных сооружений устанавливать последующий ярус каркаса разрешается только после установки ограждающих конструкций или временных ограждений на предыдущем ярусе.

Монтаж лестничных маршей и площадок сооружений, а также грузопассажирских строительных подъемников (лифтов) должен осуществляться одновременно с монтажом конструкций и оборудования объекта. На смонтированных лестничных маршах следует незамедлительно устанавливать ограждения.

В процессе монтажа оборудования и конструкций объектов монтажники должны находиться на ранее установленных и надежно закрепленных конструкциях или средствах подмащивания.

Запрещается пребывание людей на элементах конструкций и оборудования во время их подъема и перемещения.

Навесные монтажные площадки, лестницы и другие приспособления, необходимые для работы монтажников на высоте, следует устанавливать на монтируемых конструкциях до их подъема.

Для перехода монтажников с одной конструкции на другую нужно применять лестницы, переходные мостики и трапы, имеющие ограждения.

Запрещается переход монтажников по трубопроводам, конструкциям и их элементам (фермам, ригелям и т.п.), на которых невозможно обеспечить требуемую ширину прохода при установленных ограждениях без применения специальных предохранительных приспособлений (натянутого вдоль конструкции каната для закрепления карабина предохранительного пояса монтажника).

Места и способ крепления каната и длина его участков должны быть указаны в ППР.

При монтаже ограждающих конструкций необходимо применять предохранительный пояс совместно со страховочным приспособлением. Типовое решение указывается в ППР.

Не допускается нахождения людей под монтируемыми элементами, конструкциями и оборудованием до установки их в проектное положение.

При необходимости нахождения работающих под монтируемым оборудованием (конструкциями) требуется осуществлять специальные мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих.

Навесные металлические лестницы высотой более 5 м должны удовлетворять требованиям СНиП 12-03 или их следует ограждать металлическими дугами с вертикальными связями и надежно прикреплять к конструкциям или оборудованию. Подъем рабочих по навесным лестницам на высоту более 10 м допускается в том случае, если лестницы оборудованы площадками отдыха не реже чем через каждые 10 м по высоте.

Расчалки для временного закрепления монтируемых конструкций должны быть прикреплены к надежным опорам. Число расчалок, их материалы и сечение, способы натяжения и места закреп-

ления устанавливаются проектом производства работ.

Расчалки должны быть расположены за пределами габаритных размеров движущегося транспорта и строительных машин и не касаться острых углов других конструкций. Перегибание расчалок в местах соприкосновения их с элементами других конструкций допускается лишь после проверки прочности и устойчивости этих элементов под воздействием сил от расчалок.

Элементы монтируемых конструкций или оборудования во время перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения гибкими оттяжками.

Строповку конструкций и оборудования необходимо проводить средствами, удовлетворяющими требованиям СНиП 12-03 и обеспечивающими возможность дистанционной расстроповки с рабочего горизонта в случаях, когда высота до замка грузозахватного средства превышает 2 м.

3.5. Порядок проведения монтажных работ

До начала монтажных работ необходимо установить порядок обмена сигналами между лицом, руководящим монтажом, и машинистом грузоподъемного средства.

Все сигналы подаются только одним лицом (бригадиром, звеньевым, такелажником-стропальщиком), кроме сигнала «Стоп», который может быть подан любым работником, заметившим явную опасность.

В особо ответственных случаях (при подъеме конструкций с применением сложного такелажа, метода поворота, при надвигке крупногабаритных и тяжелых конструкций, при подъеме их двумя или более кранами или механизмами и т.п.) сигналы должен подавать только руководитель работ.

Строповку монтируемых элементов следует проводить в местах, указанных в

рабочих чертежах, и обеспечить их подъем и подачу к месту установки в положении, близком к проектному.

Запрещается подъем элементов оборудования и конструкций, не имеющих монтажных петель, отверстий или маркировки и меток, обеспечивающих их правильную строповку и монтаж.

Подлежащие монтажу элементы конструкций необходимо очищать от грязи и наледи до их подъема.

Монтируемые элементы надо поднимать плавно, без рывков, раскачивания и вращения.

Поднимать конструкции следует в два приема: сначала на высоту 20...30 см, затем после проверки надежности строповки проводить дальнейший подъем.

При перемещении конструкций или оборудования расстояние между ними и выступающими частями смонтированного оборудования или других конструкций должно быть по горизонтали не менее 1 м, по вертикали — не менее 0,5 м.

Во время перерывов в работе не допускается оставлять поднятые элементы конструкций и оборудования на весу.

Установленные в проектное положение элементы конструкций или оборудования должны быть закреплены так, чтобы обеспечивались их устойчивость и геометрическая неизменяемость.

Расстроповку элементов конструкций и оборудования, установленных в проектное положение, следует выполнять после постоянного или временного их закрепления согласно проекту. Перемещать установленные элементы конструкций или оборудования после их расстроповки, за исключением случаев использования монтажной оснастки, предусмотренных ППР, нельзя.

До окончания выверки и надежного закрепления установленных элементов не допускается опирание на них выше-расположенных конструкций, если это не оговорено в ППР.

Запрещается выполнять монтажные работы на высоте в открытых местах при

скорости ветра 15 м/с и более, при гололеде, грозе или тумане, исключающих видимость в пределах фронта работ.

Работы по перемещению и установке вертикальных панелей и подобных им конструкций с большой парусностью необходимо прекращать при скорости ветра 10 м/с и более.

При надвигке (передвигке) конструкций и оборудования лебедками грузоподъемность тормозных лебедок и полиспастов должна равняться грузоподъемности тяговых, если иные требования не установлены проектом.

При монтаже конструкций из рулонных заготовок (резервуаров и т.п.) нужно принимать меры против самопроизвольного сворачивания рулона.

При сборке горизонтальных цилиндрических емкостей, состоящих из отдельных царг, должны применяться клиновые прокладки и другие приспособления, исключающие возможность самопроизвольного скатывания царг.

Укрупнительную сборку и доизготовление подлежащих монтажу конструкций и оборудования следует выполнять, как правило, на специально предназначенных для этого местах согласно ППР.

Перемещение конструкций или оборудования несколькими подъемными или тяговыми средствами необходимо осуществлять по ППР под непосредственным руководством лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами, при этом нагрузка, приходящаяся на каждый из них, не должна превышать грузоподъемности крана.

Еще до монтажа трубопроводов их заготовку и подгонку надо выполнять в заготовительных мастерских. Выполнение этих работ на подмостях, предназначенных для монтажа трубопроводов, запрещается.

При монтаже оборудования и трубопроводов грузоподъемными кранами следует руководствоваться правилами безопасности, установленными СНиП 10-03.

Все работы по устранению конструктивных недостатков и ликвидации недоделок на смонтированном оборудовании, подвергнутом испытанию продуктом, необходимо проводить только после разработки и утверждения заказчиком и генеральным подрядчиком совместно с существующими субподрядными организациями мероприятий по безопасности работ.

Установка и снятие перемычек (связей) между смонтированным и действующим оборудованием, а также подключение временных установок к действующим системам (электрическим, паровым, техническим и т.д.) без письменного разрешения генерального подрядчика и заказчика не допускаются.

Монтаж трубопроводов и воздуховодов на эстакадах проводится с инвентарных подмостей, снабженных лестницами для подъема и спуска работников. Подъем и спуск по конструкциям эстакад не разрешается.

Запрещается нахождение людей под устанавливаемым оборудованием, монтажными узлами оборудования и трубопроводов до их окончательного закрепления.

Опускать трубы в закрепленную траншею следует с принятием мер против нарушения креплений траншеи.

Нельзя скатывать трубы в траншею с помощью ломов и ваг, а также использовать распорки крепления траншей в качестве опор для труб.

В помещениях, где проводится обезжиривание, запрещается пользоваться открытым огнем и допускать искрообразование.

Электроустановки в указанных помещениях должны быть во взрывобезопасном исполнении.

Работы по обезжириванию трубопроводов должны выполняться в помещениях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией. При работах на открытом воздухе исполнители должны находиться с наветренной стороны.

Место, где проводится обезжиривание, необходимо оградить и обозначить знаками безопасности.

Работники, занятые на работах по обезжириванию трубопроводов, должны быть обеспечены соответствующими противогазами, спецодеждой, рукавицами и резиновыми перчатками.

Монтаж оборудования, трубо- и воздуховодов вблизи электрических проводов (в пределах расстояния, равного наибольшей длине монтируемого узла или звена трубопровода) проводится при снятом напряжении или защите электропроводов от механического повреждения диэлектрическими коробами.

При невозможности снятия напряжения работы следует выполнять по наряду-допуску, утвержденному в установленном порядке.

При продувке труб сжатым воздухом запрещается находиться в камерах и колодцах, где установлены задвижки, вентили, краны и т.п.

Для продувки трубопроводов необходимо установить у концов труб щиты для защиты глаз от окалины, песка.

Запрещается находиться против или вблизи незащищенных концов продуваемых труб.

В процессе выполнения сборочных операций трубопроводов и оборудования совмещение отверстий и проверка их совпадения в монтируемых деталях должны проводиться с использованием специального инструмента (конусных оправок, сборочных пробок и др.). Проверять совпадение отверстий в монтируемых деталях пальцами рук не допускается.

При монтаже оборудования должна быть исключена возможность самопроизвольного или случайного его включения.

В случае монтажа оборудования с использованием домкратов должны быть приняты меры, исключающие возможность перекоса или опрокидывания домкратов.

3.6. Подготовка производства работ и повышение монтажной технологичности оборудования

Подготовкой производства монтажа называется разработка и осуществление комплекса взаимосвязанных организационных, технических и технологических, планово-экономических и финансовых документов и мероприятий, обеспечивающих эффективное выполнение работ в установленные сроки при заданных технико-экономических показателях.

Перспективная подготовка производства заключается в повышении монтажной технологичности объектов, заводской готовности и монтажной технологичности оборудования.

В процессе подготовки *текущего производства* необходимо:

- рассмотреть и укомплектовать документацию для монтажных работ;
- составить накопительные ведомости на трубопроводы и металлоконструкции, заявки на материалы;
- оформить заказы на изготовление конструкций, узлов и деталей трубопроводов, монтажных приспособлений и заготовок, а также задания на разработку ППР и чертежей металлоконструкций;
- проверить правильность сметной документации и уточнить объемы работ;
- разработать, согласовать, утвердить и выдать исполнителям проекты и схемы производства работ, технологические карты и другую документацию по производству, механизации и сдаче монтажных работ;
- составить графики производства работ и обеспечения их материально-техническими ресурсами;
- принять строительную часть объекта и оборудование в монтаж;
- обеспечить монтажные участки соответствующими кранами и механизмами, инструментом и приспособлениями, такелажным оборудованием и оснасткой;

— сформировать бригады по профессиональному и квалификационному составу, а также подготовить исходные материалы и заключить договора бригадного подряда;

— обеспечить работы металлоконструкциями, узлами и деталями трубопроводов;

— организовать геодезическую службу и контроль за качеством монтажных работ, материалов и изделий.

Кроме того, при подготовке производства должны быть решены задачи: увязки механомонтажных работ с другими работами; определения порядка поставки оборудования и его подачи в монтажную зону, установки и закрепления на фундаментах; обеспечения до начала монтажа пуска мостовых кранов; предоставления строительной готовности; обеспечения монтажа материально-техническими ресурсами; энергоснабжения и др.

Перед началом работ монтажники должны иметь на руках рабочие чертежи технического проекта на объект в целом или на этапы работ; сметы; чертежи на металлические конструкции с пояснительными записками, конструктивными схемами, спецификациями на металлопрокат и чертежи железобетонных конструкций с монтажными схемами. К рабочим чертежам прилагают заказные спецификации на оборудование, арматуру, изделия и материалы, а также планы и разрезы зданий, необходимые для монтажа оборудования и трубопроводов.

Монтажная технологичность конструкций оборудования — совокупность свойств конструкции оборудования, определяющая ее приспособленность к достижению минимальных затрат при монтаже вне предприятия-изготовителя для получения заданных показателей качества при принятых условиях и технологии выполнения работ.

Оборудование, обладающее высоким уровнем монтажной технологичности,

может быть смонтировано на строящихся промышленных объектах с использованием экономических и прогрессивных технологических процессов.

Уровень монтажной технологичности повышают путем предъявления генеральным проектировщикам и заводам-изготовителям на стадиях разработки задания на проектирование оборудования научно и технически обоснованных монтажно-технологических требований к конструкции, комплектности и качеству изготовления механизмов, машин, агрегатов и другого оборудования, поставляемого на монтаж. Повышение монтажной технологичности обеспечивает сокращение продолжительности и улучшение качества монтажа машин, агрегатов и другого оборудования, повышение производительности труда монтажников при общем сокращении трудовых затрат.

Монтажно-технологические требования к оборудованию задают в виде *системы качественных характеристик и количественных показателей монтажной технологичности*, в том числе требований к блочности, сборности и заводской готовности, а также в виде *конкретных указаний по конструктивному исполнению и поставке каждого вида оборудования*. При этом показатели монтажной технологичности и заводской готовности оборудования, характеризующие выполнение монтажно-технологических требований, включают в состав технических характеристики и предусматривают в картах технического уровня и качества продукции.

Качественная оценка монтажной технологичности выполняется по отдельным конструктивным и технологическим признакам на основании анализа соответствия конструктивного исполнения оборудования монтажно-технологическим требованиям. Сравнение нескольких конструктивных исполнений оборудования при его разработке позволяет выбрать лучший из них или

установить целесообразность количественной оценки.

В процессе качественной оценки контролируются: реализация в конструкции оборудования требований заводской готовности, комплектности, прохождения им испытаний на стендах завода-изготовителя; степень укрупнения габаритного оборудования в агрегатированные или комплектные монтажные блоки; степень укрупнения поставляемых частей негабаритного оборудования; обеспечение удобств при строповке, выверке, центрировании и установке на фундамент; возможность удобной и точной сборки элементов, соединяемых при монтаже.

Общие монтажно-технологические требования к конструкции, изготовлению и поставке оборудования регламентированы ГОСТ 24444–87.

Количественно монтажную технологичность оценивают с помощью специальных показателей, характеризующих реализацию в конструкции оборудования тех или иных монтажно-технологических требований.

Количественная оценка монтажной технологичности осуществляется по основным показателям, определяющим технологичность в целом, и по дополнительным, отражающим отдельные особенности конструкции оборудования. Основными показателями являются: трудоемкость монтажа; удельная трудоемкость монтажа; коэффициент заводской готовности.

К дополнительным показателям относятся коэффициенты: монтажной сборности; заводской сборки; собираемости; равновесности; распределения допуска; сложности стыков; дополнительных затрат металлопроката. Возможно применение и других критериев.

Уровень монтажной технологичности оборудования определяют как отношение одностипных достигнутых при разработке и изготовлении показателей к заданным базовым.

3.7. Организация монтажной площадки и требования к обеспечению ее безопасности

Организацию монтажной площадки отражают в стройгенплане на стадии монтажа оборудования.

На стройгенплане показывают расположение: постоянных и временных сооружений; железнодорожных и автомобильных путей; монтажных проемов и въездов в цехи; внецеховых трасс трубопроводов и электропередачи; площадок приобъектного склада, площадок укрупнительной сборки оборудования (конструкций), складских и культурно-бытовых помещений; строительных и монтажных машин и механизмов, зоны обслуживания и маршруты их перемещения; объемы грузов, подаваемых по въездным путям. На стройгенплане указывают также направление строительства основных объектов (цехов) с разбивкой их на участки.

Для многопролетных цехов с большим подземным хозяйством и сложных сооружений (прокатные, кузнечно-прессовые, сталеплавильные и другие цехи металлургической, отдельные производства химической и других отраслей промышленности) кроме общеплощадочного составляют еще и объектный стройгенплан.

При организации рабочего места (монтажной зоны и площадки) составляют два-три варианта планировки монтажной площадки, предусматривая резервные решения на случай отклонения от принятой организации работ. При этом учитывают, что основная часть оборудования (конструкций) подается на площадки приобъектного склада или к месту монтажа железнодорожным и автомобильным транспортом, а также на специальных автотранспортных устройствах. Так как при подаче оборудования избегают дополнительных разгрузок и погрузок, а также перегрузок его на другие транспортные

средства, особенно двух-, трехкратных, то железнодорожный (автомобильный) путь и площадки следует располагать в зоне действия монтажных механизмов, самоходных или мостовых кранов для установки оборудования в проектное положение.

Мелкое оборудование подают автотранспортом, поэтому предусматривают автопоезда и маршруты его движения по цеху. Площадки для складирования, расконсервации, ревизии или укрупнительной монтажной сборки оборудования располагают на территории приобъектного склада или непосредственно у фундаментов.

В условиях строящегося предприятия для монтажных организаций выделяют участки территории для размещения монтажного городка, состоящего из инвентарных передвижных зданий контейнерного типа. Типовые компоновки монтажных участков разрабатывают в зависимости от числа работающих и выполняемых монтажных работ (рис. 3.2).

Расположение площадок под монтажный городок и передвижных зданий контейнерного типа выбирают в каждом отдельном случае по согласованию с генеральным подрядчиком с учетом насыщенности строительной площадки и наличия свободных площадей в цехах. В тех случаях, когда имеется возможность, службы участков и склады арматуры, аппаратуры и приборов размещают в подсобных помещениях зданий, строительство которых должно быть закончено к началу монтажных работ.

Для хранения электродвигателей, деталей трубопроводов, контрольно-измерительной аппаратуры и т.п. используют сборно-разборные складские помещения.

Обеспечение объектов монтажа энергоресурсами и устройство временных сетей водопровода и канализации, электроснабжения, паропровода и горя-

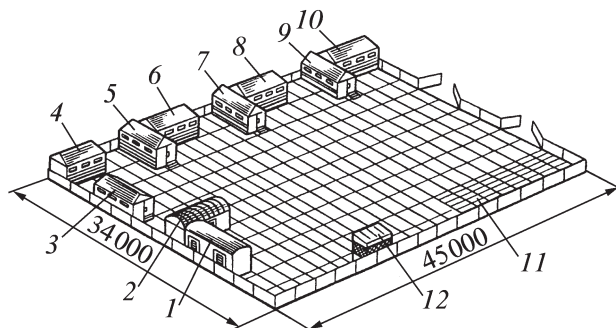


Рис. 3.2. Монтажный участок на 100 работающих:

1 — туалет; 2 — душевая; 3–6 — помещения для бригад, места отдыха и приема пищи; 7 — инструментальная мастерская; 8 — склад инструментов; 9, 10 — помещения для прораба, контора; 11 — площадка для складирования материалов; 12 — склад для хранения газовых баллонов

чей воды, пневмолиний сжатого воздуха и других с врезками в действующие линии, а также установку распределительных устройств обеспечивает генеральный подрядчик, а при работе в действующих цехах — заказчик. Временную разводку этих сетей в пределах рабочей зоны (отдельной площадки или помещения и т.п.) выполняет монтажная организация.

Потребность в воздухе при монтаже удовлетворяют, используя автомобильные передвижные компрессорные станции типа АПКС-3, АПКС-6, АПКС-10 производительностью 2,5...10 м³/мин и с давлением нагнетания 0,7...1,2 МПа (7...12 кгс/см²), а также компрессорные установки типа ГСВ-1/12 производительностью 1 м³/мин, которые обеспечивают давление 1,2 МПа (12 кгс/см²).

При невозможности использования действующих кислородопроводов предусматривают подачу кислорода от специальных распределительных кислородных рампы или индивидуальных баллонов. Кислородные рампы стационарного типа 2 × 5 или 2 × 10 м располагают в отдельных помещениях постоянного или инвентарного типа. Для устройства передвижных рампы применяют автомобильный прицеп, на котором установлены вертикально или уло-

жены в наклонном положении (под углом 10...15° к горизонту) 25...30 кислородных баллонов. Передвижные рампы заполняют кислородом на кислородной станции с помощью специального вентиля.

Для электроснабжения объектов в проекте проведения общестроительных работ для всего комплекса строительства предусматривают только высоковольтную часть электроснабжения с расстановкой комплектов трансформаторных подстанций наружного типа (КТПН). Поскольку разводку от КТПН до распределительных пунктов с их установкой (низковольтная часть) осуществляет генеральный подрядчик (отдел главного энергетика строительного треста), то ему заблаговременно выдают исходные данные по электроснабжению монтажной площадки, в том числе схему расстановки распределительных силовых шкафов.

Наиболее экономичным и ресурсосберегающим мероприятием при обеспечении строительства энергоресурсами является использование проектных внецеховых и внутрицеховых сетей энергообеспечения. Это предполагает опережающее строительство и ввод в действие объектов энергоснабжения.

3.8. Требования к безопасности монтажных площадок

Существуют обязательные требования к безопасности организации монтажных площадок, участков работ и рабочих мест, определенные строительными нормами и правилами.

Производственные территории (т.е. строительные монтажные площадки с находящимися на них объектами строительства, производственными и санитарно-бытовыми зданиями и сооружениями), участки работ и рабочие места должны быть подготовлены для обеспечения безопасного производства работ.

Подготовительные мероприятия необходимо закончить до начала производства работ. Соответствие требованиям охраны и безопасности труда производственных территорий, зданий и сооружений, участков работ и рабочих мест, вновь построенных или реконструируемых промышленных объектов определяется при приемке их в эксплуатацию.

Окончание подготовительных работ на строительной площадке принимается по акту о выполнении мероприятий по безопасности труда и готовности объекта к началу строительства.

Производственное оборудование, приспособления и инструмент, применяемые для организации рабочего места, должны отвечать требованиям безопасности труда и обеспечены необходимыми средствами коллективной или индивидуальной защиты работающих, первичными средствами пожаротушения, а также средствами связи, сигнализации и другими техническими средствами обеспечения безопасных условий труда в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и условиями соглашений.

При размещении на производственной территории санитарно-бытовых и производственных помещений, мест отдыха, проходов для людей, рабочих

мест, необходимо, чтобы они располагались за пределами опасных зон.

На границах зон постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть установлены защитные ограждения, а зон потенциально опасных производственных факторов — сигнальные ограждения и знаки безопасности.

При монтаже объектов с применением грузоподъемных кранов, когда в опасные зоны, расположенные вблизи строящихся объектов, а также мест перемещения грузов кранами, попадают транспортные или пешеходные пути, санитарно-бытовые или производственные здания и сооружения, другие места постоянного или временного нахождения людей на территории строительной площадки или вблизи нее, работы следует выполнять в соответствии с ПОС и ППР, содержащими решение следующих вопросов для обеспечения безопасности людей:

- применения средств для искусственного ограничения зоны работы кранов;

- использования защитных сооружений — укрытий и защитных экранов.

Проезды, проходы на производственных территориях, а также проходы к рабочим местам и рабочие места должны содержаться в чистоте и порядке, очищаться от мусора и снега, не загромождаться складываемыми материалами и конструкциями.

Допуск на производственную территорию посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии или не занятых на работах на данной территории запрещается.

Находясь на территории строительной или монтажной производственной площадки, в производственных и бытовых помещениях, на участках работ и рабочих местах, работники, а также представители других организаций обязаны выполнять правила внутреннего трудового распорядка, принятые в данной организации.

Территориально обособленные помещения, площадки, участки работ, рабочие места должны быть обеспечены телефонной или радиосвязью.

Устройство производственных территорий, их техническая эксплуатация должны соответствовать требованиям технических регламентов, Строительных норм и правил, государственных стандартов, санитарных, противопожарных, экологических и других действующих нормативных документов.

Производственные территории и участки работ в населенных пунктах или на территории организации во избежание доступа посторонних лиц необходимо ограждать.

Конструкция защитных ограждений должна удовлетворять следующим требованиям:

- высота ограждения производственных территорий должна быть не менее 1,6 м, а участков работ не менее 1,2 м;

- ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, должны иметь высоту не менее 2 м и быть оборудованы сплошным защитным козырьком;

- козырек должен выдерживать действие снеговой нагрузки, а также нагрузки от падения одиночных мелких предметов;

- ограждения не должны содержать проемов, кроме ворот и калиток, контролируемых в течение рабочего времени и запираемых после его окончания.

В местах прохода людей в пределах опасных зон надо предусматривать щитные ограждения. Входы в строящиеся здания (сооружения) должны быть защищены сверху козырьком шириной не менее 2 м от стены здания. Угол, образуемый между козырьком и вышерасположенной стеной над входом, должен составлять 70...75°.

При производстве работ в закрытых помещениях, на высоте, под землей необходимо иметь в виду мероприятия, позволяющие эвакуировать людей в случае возникновения пожара или аварии.

У въезда на производственную территорию следует разместить схему внутривозвратных дорог и проездов с указанием мест складирования материалов и конструкций, мест разворота транспортных средств, объектов пожарного водоснабжения и пр.

Внутренние автомобильные дороги производственных территорий должны соответствовать строительным нормам и правилам и быть оборудованы дорожными знаками, регламентирующими порядок движения транспортных средств и строительных машин в соответствии с Правилами дорожного движения Российской Федерации.

Эксплуатация инвентарных санитарно-бытовых зданий и сооружений должна осуществляться по инструкциям заводов-изготовителей.

Строительство и эксплуатация производственных зданий выполняются согласно строительным нормам и правилам.

При ведении монтажно-сварочных работ на территории населенных пунктов или на производственных территориях котлованы, ямы, траншеи и канавы в местах, где происходит движение людей и транспорта, должны быть ограждены.

В местах перехода через траншеи, ямы, канавы нужны переходные мостики шириной не менее 1 м, огражденные с обеих сторон перилами высотой не менее 1,1 м со сплошной обшивкой внизу на высоту 0,15 м дополнительной ограждающей планкой на высоте 0,5 м от настила.

На производственных территориях, участках работ и рабочих местах работники должны быть обеспечены питьевой водой, удовлетворяющей санитарным требованиям.

Монтажные площадки, участки работ и рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Освещение закрытых помещений должно отвечать требованиям строительных норм и правил.

Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных приспособлений на работающих. Работы в неосвещенных местах не допускаются.

Для работающих на открытом воздухе должны быть предусмотрены навесы для укрытия от атмосферных осадков.

При температуре воздуха на рабочих местах ниже 10 °С работающие на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях должны быть обеспечены помещениями для обогрева.

Колодцы, шурфы и другие выемки следует закрывать крышками, щитами или ограждать. В темное время суток указанные ограждения необходимо освещать электрическими сигнальными лампочками напряжением не выше 42 В.

Рабочие места и проходы к ним, расположенные на перекрытиях, покрытиях на высоте более 1,3 м и на расстоянии менее 2 м от границы перепада по высоте, должны быть ограждены защитными или страховочными ограждениями, а при расстоянии более 2 м — сигнальными ограждениями, соответствующими требованиям государственных стандартов.

Проемы в стенах при одностороннем примыкании к ним настила (перекрытия) должны ограждаться, если расстояние от уровня настила до нижнего проема менее 0,7 м.

При невозможности или экономической нецелесообразности применения защитных ограждений допускается производство работ с применением предохранительного пояса для монтажников, ответственного государственным стандартам, и оформлением наряда-допуска.

Проходы на рабочих местах и к рабочим местам должны отвечать следующим требованиям:

— ширина одиночных проходов к рабочим местам и на рабочих местах

должна быть не менее 0,6 м, а высота таких проходов в свету — не менее 1,8 м;

— лестницы или скобы, применяемые для подъема или спуска работников на рабочие места, расположенные на высоте более 5 м, должны быть оборудованы устройствами для закрепления фала предохранительного пояса (канатами с ловителями и др.).

При нахождении рабочих мест на перекрытиях воздействие нагрузок на перекрытие от размещенных материалов, оборудования, оснастки и людей не должно превышать расчетных нагрузок на перекрытие, предусмотренных проектом, с учетом фактического состояния несущих строительных конструкций.

В случае выполнения работ на высоте, внизу, под местом работ, необходимо выделить опасные зоны. При совмещении работ по одной вертикали нижерасположенные места должны быть оборудованы соответствующими защитными устройствами (настилами, сетками, козырьками), установленными на расстоянии не более 6 м по вертикали от нижерасположенного рабочего места.

Для прохода рабочих, выполняющих работы на крыше с уклоном более 2°, а также на крыше с покрытием, не рассчитанным на нагрузки массы работающих, необходимо устраивать трапы шириной не менее 0,3 м с поперечными планками для упора ног. Трапы на время работы закрепляются.

Рабочие места с применением оборудования, пуск которого осуществляется извне, должны иметь сигнализацию, предупреждающую о пуске, а в необходимых случаях — связь с оператором.

Складирование оборудования, конструкций, материалов, прокладка транспортных путей, установка опор воздушных линий электропередачи и связи должны выполняться за пределами призмы обрушения грунта незакрепленных выемок (котлованов, траншей), а их размещение в пределах призмы обрушения грунта у выемок с креплением

допускается при условии предварительной проверки устойчивости закрепленного откоса по паспорту крепления или проведенного расчета с учетом динамической нагрузки.

Материалы (конструкции) следует размещать в соответствии с требованиями строительных норм и правил, а также норм и правил (в том числе межотраслевых) по охране труда на выровненных площадках, принимая меры против самопроизвольного смещения, просадки, осыпания и раскатывания складированных материалов и оборудования.

Складские площадки должны быть защищены от поверхностных вод. Запрещается складировать материалы, изделия на насыпных неуплотненных грунтах.

Материалы, изделия, конструкции и оборудование при складировании на строительной площадке и рабочих местах должны укладываться следующим образом:

- ригели и колонны в штабель высотой до 2 м на подкладках и с прокладками;

- мелкосортный металл в стеллаж высотой не более 1,5 м;

- санитарно-технические и вентиляционные блоки в штабель высотой не более 2 м на подкладках и с прокладками;

- крупногабаритное и тяжеловесное оборудование и его части в один ярус на подкладках;

- черные прокатные металлы (листовая сталь, швеллеры, двутавровые балки, сортовая сталь) в штабель высотой до 1,5 м на подкладках и с прокладками;

- трубы диаметром до 300 мм в штабель высотой до 3 м на подкладках и с прокладками с концевыми упорами;

- трубы диаметром более 300 мм в штабель высотой до 3 м в седло без прокладок с концевыми упорами.

Другие материалы, конструкции и изделия следует складировать согласно требованиям стандартов и технических условий на них.

Между штабелями (стеллажами) на складах должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 1 м и проезды, ширина которых зависит от габаритных размеров транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов, обслуживающих место складирования.

Прислонять (опирать) материалы и изделия к заборам, деревьям и элементам временных и капитальных сооружений не допускается.

Глава 4

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

4.1. Приемка и подготовка оборудования к монтажу

Приемка оборудования. Во время приемки проверяют: комплектность оборудования по упаковочным листам и комплектовочно-отгрузочным ведомостям; его соответствие заводским чертежам и техническим условиям; исправность; наличие пломб; отсутствие повреждений или поломок, трещин и раковин; наличие избыточного давления в сосудах (если это предусмотрено в документации), а также полноту технической документации на оборудование, если она не была получена ранее.

Транспортирование оборудования со склада завода-заказчика (базисного) до приобъектного склада, а при монтаже «с колес» в монтажную зону осуществляют силами и средствами заказчика по заявкам монтажной организации, передаваемым за три дня до планируемого срока подачи.

Документом, фиксирующим приемку (сдачу) оборудования в монтаж, является приемосдаточный акт. В акте делается оговорка, что полная характеристика технического состояния: дефекты конструкции и заводского изготовления, некомплектность, выявленные при расконсервации, монтаже и испытании оборудования, — будет зафиксирована дополнительным актом. Акты подписывают представители заказчика, монтажной организации и генерального подрядчика, а также, при необходимости, завода-изготовителя.

Принятое от заказчика оборудование находится на ответственном хранении монтажной организации. Для предохранения от повреждений и деформации отдельные машины, их элементы, узлы

и детали укладывают на деревянные подкладки или настилы. Приборы, аппаратура, арматура, фитинги и другое мелкое оборудование хранят в закрытом складе на стеллажах, на которых вывешивается опись изделий, находящихся на данном стеллаже.

По способу хранения в зависимости от массы, габаритных размеров, характера упаковки и требований защиты от атмосферных осадков оборудование делится на четыре группы.

Оборудование, не требующее защиты от атмосферных осадков, а также имеющее большую массу (негабаритное) и мало подверженное коррозии, хранится на открытых площадках или прирельсовых эстакадах.

Оборудование, нуждающееся в защите от атмосферных осадков, хранится на полукрытых площадках под индивидуальным или общим навесом.

Оборудование с обработанными посадочными или рабочими поверхностями, которое надо защищать от влаги и сырости, и мелкие детали содержат в сухих закрытых неутепленных и неотапливаемых помещениях, а оборудование, требующее дополнительной защиты от температурных влияний, хранят в закрытых утепленных, отапливаемых и вентилируемых складах.

Резиновые манжеты и другие изделия из резины должны храниться в закрытых помещениях при температуре 0...20 °С.

Расконсервация и очистка оборудования. Консервация — временное предохранение защитными покрытиями (смазочными материалами, красками, лаками, упаковкой) поверхностей от коррозии.

Пластичные и консервационные смазки и лакокрасочные покрытия

обеспечивают сохранность оборудования в течение одного года, а ингибированные смазки и рабочие масла с присадками — в течение 3...5 лет. Корпуса редукторов и внутренние поверхности емкостей консервируют маслостойкими красителями, растворами нитрата натрия или воздухом, насыщенным парами ингибитора.

Расконсервацию — удаление консервационных смазок, лакокрасочных и других покрытий выполняют на объектных складах или в монтажной зоне на специально отведенных площадках или непосредственно на фундаментах. Затраты на выполнение этих работ учтены в стоимости монтажа оборудования.

Пластичные и консервационные смазки удаляют нагревом в ваннах с минеральным маслом при 100...120 °С с последующей протиркой салфетками из бязи, а также промыванием горячей водой или водно-моющими растворами с пассиваторами и последующей сушкой.

Используют также специальные химические растворяющие вещества: растворители; обезжиривающие составы и моющие жидкости.

Основные растворители представляют собой бесцветные прозрачные подвижные и летучие жидкие органические соединения с характерным запахом, которые подразделяются на углеводороды, спирты, кетоны, сложные и простые эфиры.

Ацетон (диметилкетон) смешивается во всех пропорциях с водой, спиртом, эфирами, минеральными и растительными маслами, бензином, керосином и др. Он растворяет жиры, многие смолы и лаки, ацетилен, ацетат целлюлозы; не растворяет резину.

Бензин-растворитель (уайт-спирит) растворяет все масла, кроме касторового, и является активным растворителем для масляных лаков, красок и эмалей.

Бензин-растворитель марок БР-1 — «галоша», БР-2 — растворитель резины.

Бензин для технических целей применяют в качестве растворителя.

Тетрахлорэтан используют для растворения жиров, серы, фосфора и др.

Толуол — растворитель масел, смол, асфальтов; смешивается с ацетоном, углеводородами, эфиром.

Трихлорэтилен служит для обезжиривания деталей перед сборкой. Он негорюч, малотоксичен.

Четыреххлористый технический углерод растворяет жиры, масла, каучук, каучуковую резину, смолы, фосфор и др. Продукт негорюч, но ядовит: предельная концентрация в рабочей зоне не выше 20 мг/м³ (вблизи открытого огня токсичен).

Технический хифробензол растворим в спирте, нерастворим в воде. Служит в качестве растворителя смол, лаков, этилцеллюлозы. Трудно воспламеняется, но токсичен.

Этиловый спирт смешивается в любых пропорциях с водой, спиртами, эфиром, глицерином, бензином. Его применяют в качестве растворителя, моющей жидкости, в антиобледенительных составах и др.

Для удаления смазок используют струйную промывку узлов и поверхностей оборудования подогретой смесью керосина и минерального масла или одного масла. Мелкие детали промывают в механизированных установках на решетках в ванне с подогревом и подачей промывочной смеси на очищаемые поверхности.

Громоздкие детали и узлы очищают от смазки струей насыщенного или сухого пара, который подается на деталь по резиновому шлангу с наконечником.

Если не истек гарантийный срок хранения, ингибированные смазки удаляют из механизмов заливкой рабочего масла и прокручиванием механизмов вхолостую в течение 20...30 мин. Затем смесь сливают и заливают чистое масло.

Масляные краски удаляют щелочной пастой, в которую входят (мас. доли, %): каустическая сода 25, негашеная известь

15, порошковый мел 25, вода 35. Пасту наносят на очищаемую поверхность слоем толщиной 1...1,5 мм и выдерживают 1...3 ч в зависимости от типа и числа слоев краски. Размягченную краску вместе с пастой снимают шпателем, а ее остатки смывают водой.

Лаковые покрытия снимают пастой-смывкой, которую наносят на поверхность и выдерживают в течение 3...5 мин, а затем удаляют кистью, а поверхность протирают салфеткой. Лакокрасочные покрытия снимают также с помощью скребков, щеток и шлифовальных машинок, оснащенных специальными щетками и кругами. Для временного предохранения от коррозии расконсервированные поверхности не позже 1...2 ч после их очистки покрывают техническим вазелином, синтетическим солидолом или смазкой, указанной в технических условиях завода-изготовителя.

На поверхность, покрытую ржавчиной (коррозией), наносят пасту слоем толщиной 1...1,5 мм и выдерживают в течение 0,25...0,6 ч в зависимости от плотности и толщины ржавчины. С очищенной поверхности пасту удаляют салфетками или водой. Для предохранения поверхности от дальнейшего окисления ее нейтрализуют 10 %-ным водным раствором «Можеф» или 5...10 %-ным раствором ортофосфорной кислоты. Техничко-экономические показатели применения паст приведены в табл. 4.1.

Расконсервацию узлов с подшипниками качения осуществляют на участке, специально оборудованном для этих целей. Подшипниковые узлы или крупногабаритные подшипники промывают в механизированной (душирующей) установке или направленной струей минерального масла, нагретого до 105...120 °С. При необходимости проводят предварительную сушку сухим паром. Промытые подшипники (узлы) протирают салфетками и обертывают плотной бумагой.

Загущенный раствор нитрата натрия удаляют из емкостей промывкой

4.1. Техничко-экономические показатели применения паст

Паста	Расход, кг/м ²	Время выдержки на поверхности металла, мин
Щелочная	2	60...180
Смывка	0,8	3...5
«Целлогель»	1,5	15...360

(2...2,5) %-ным раствором нитрата натрия, содержащим 0,5 %-ную кальцинированную соду, с последующей сушкой. Воздух с парами ингибитора удаляют продуванием полостей (емкостей) нагретым воздухом или промывкой мыльно-содовым раствором с добавлением 1...2 % нитрата натрия.

Обезжиривание кислородного оборудования осуществляют в соответствии с инструкциями на монтаж и стандартами. Пожаровзрывоопасные растворители применяют для обезжиривания изделий, работающих в среде кислорода, без ограничения рабочих давлений и температур. К ним относятся: четыреххлористый углерод, трихлорэтилен, тетрахлорэтилен и фреон-113. Расход растворителей этой группы для однократного обезжиривания труб приведен в табл. 4.2.

Для промывки и обезжиривания других деталей и узлов машин кроме растворителей и их композиций наибольшее распространение получили моющие составы:

1) водные щелочные растворы с некоторыми улучшающими добавками; в их состав входят кальцинированная или каустическая сода, тринатрий фосфат, калиевый или натриевый хромпик, моющие присадки, эмульгаторы и др. (табл. 4.3);

2) специальные концентрированные смеси, например креолин, предназначенный для отмывки гидроприводов и других гидросистем, деталей двигателей

4.2. Расход растворителей для обезжиривания труб

Внутренний диаметр трубы, мм	Расход растворителя на 1 м трубы, дм ³ (л)	Внутренний диаметр трубы, мм	Расход растворителя на 1 м трубы, дм ³ (л)	Внутренний диаметр трубы, мм	Расход растворителя на 1 м трубы, дм ³ (л)
3	0,02	40	0,25	200	1,6
6	0,04	50	0,3	250	2
10	0,06	70	0,4	300	2,4
15	0,09	80	0,5	500	4
20	0,12	100	0,8	750	6
25	0,15	125	1	1000	8
32	0,2				

внутреннего сгорания от пригара и углеродистых сложений. Состав креолина (%): масло для креолина 49; каменноугольные фенолы 11; канифоль 17; хозяйственное мыло 14; остальное — раствор каустической соды.

Креолин применяют обычно в виде эмульсии (1 : 1), нагретой до 60...70 °С; он токсичен и пожароопасен.

Масло для креолина выпускают марок А и Б.

Моечный состав 1120 предназначен для удаления ржавчины и масляных следов с металлических поверхностей перед окрашиванием с последующей обработкой нейтрализующим составом 107.

Нейтрализующий состав 107 — водная смесь этилового спирта (40 %) с аммиаком (не менее 0,5 %) для нейтрализации металлической поверхности после очистки ее моечным составом 1120.

Для очистки поверхностей оборудования от коррозии применяют пасты (табл. 4.4), водные травильные растворы (табл. 4.5), а также водные растворы кислот для одновременного обезжиривания и травления (табл. 4.6).

Расконсервацию оборудования осуществляют в зависимости от применен-

ного метода консервации и вида защитных составов, используя способы, приведенные в табл. 4.7.

Ревизия оборудования. Предмонтажная ревизия — комплексная проверка состояния оборудования и устранение повреждений, вызванных хранением машин и агрегатов на складах заказчика сверх нормативных гарантийных сроков, указанных техническими условиями на их изготовление и поставку. При отсутствии гарантийного срока ревизия проводится через год.

Затраты на выполнение предмонтажной ревизии в сметах не приводятся, поэтому ревизию выполняет заказчик или работники монтажной организации по прямому договору, заключенному с заказчиком.

Предмонтажная ревизия предусматривает:

- расконсервацию оборудования;
- разборку для расконсервации и осмотра вращающихся и движущихся деталей;
- удаление коррозии, грязи и посторонних частиц с последующими промывкой, протиркой и консервацией обработанных поверхностей;

4.3. Область применения и составы водных моющих растворов

Область применения	№ раствора	Компоненты	Количество компонента на 1 дм ³ (л) воды, г	Продолжительность обезжиривания, мин
Трубопроводы из коррозионно-стойких сталей всех марок, чугуна, меди, латуни	1	Натрий фосфорнокислотный (три-натрийфосфат)	15	20
То же, из алюминия и его сплавов	2	Стекло натриево жидкое. Моющее вещество ¹	20	30
Трубопроводы из коррозионно-стойких сталей всех марок, меди, латуни	3	Натрий гидрат оксида (едкий натр)	10	15
Для сильно загрязненных деталей		Натрий фосфорнокислотный (три-натрийфосфат)	15	
		4	Стекло натриево жидкое. Моющее вещество ¹	
Трубопроводы из стали всех марок, чугуна, меди, латуни, алюминия и его сплавов	5	Моющее вещество МЛ-2	50	30
	6	Моющее вещество бытовой химии ²		

¹ ОП-7 или ОП-10 в количестве 2...3 г/дм³ (2...3 г/л); моющий препарат синтанол ДС-10 в количестве 5 г/дм³.

² Средство бытовой химии в количестве 5 г/дм³ в растворах 1, 2 и 4.

П р и м е ч а н и е. При употреблении растворов 5 и 6 следует обязательно осматривать обезжиренные изделия после промывки и просушки. Обнаруженные сухие остатки моющих растворов должны быть удалены.

- проверку состояния (сохранности) изделий;
- замену антикоррозионных смазок рабочими, прокладок, сальниковых набивок и мелких деталей (подшипников, питательных трубок, масленок, пробок и т.п.), пришедших в негодность в результате хранения;
- исправление мелких (неконструктивных) дефектов, шабрение посадочных мест подшипников, трущихся поверхностей, шлифование шеек и цапф валов;

- перемещение и кантовку оборудования, связанные с ревизией;
- последующую сборку оборудования;
- устройство стеллажей, настилов и ванн, необходимых для ревизии, и организацию участка;
- выполнение работ, определяемых особыми требованиями завода-изготовителя по сохранности оборудования.

Ревизию и совмещенную с ней укрупнительную сборку оборудования в мон-

4.4. Составы паст (%) для очистки от коррозии

Состав	Паста		Состав	Паста	
	«Целло-гель»	травильная		«Целло-гель»	травильная
Вода	39,7	17	Жидкое мыло	6,6	—
Кислота (плотность, кг/м ³):			Ингибиторы:		
серная (1840)	—	7,7	ЧМ	—	0,5
соляная (1190)	49,2	21,3	уротропин	1	—
фосфорная (1707)	—	2,4	Нефтяной контакт	—	0,5
Сульфитоцеллюлозный шелок	—	14,6	Древесные опилки	3,5	—
			Трепел	—	36

4.5. Составы водных травильных растворов (кг на 1 м³ раствора) и режимы обработки поверхностей изделий

Материал изделия	Состав						Режим травления		
	Кислота (плотность, кг/м ³)			Каустик (сода)	Ингибиторы		Температура, °С	Продолжительность обработки, мин	
	соляная (1190)	серная (1840)	азотная (1420)		Катапин	Н-1-А		в ваннах	струйным методом
Чугун и сталь	150±30	35±5	—	—	1...3	—	50...70	10...30	—
		—			—	2...3	60...80		
		—				—	50...60		
Медь и ее сплавы	—	70±20	—	100±5	—	—	30...40	10...20	—
Алюминий и его сплавы	—	—					50...60	—	0,5...1
Магнитные сплавы	5±1	—	90±1	—			30	20...30	—

Примечания.

1. Медь и ее сплавы после травления осветляют в растворе азотной кислоты.
2. Магнитные сплавы после травления осветляют в 4...5 %-ном водном растворе плавиковой кислоты.
3. При струйном методе обработки давление 0,15...0,25 МПа.

4.6. Составы водных растворов (кг на 1 м³ раствора) и режим обработки для одновременного обезжиривания и травления металлических поверхностей

Изделие	Серная кислота (плотность 1840 кг/м³)	Хлористый натрий	Сульфанол
Стальной прокат; конфигурация простой и средней сложности	175±25	—	—
Стальные отливки с большим слоем окалины	165±25	120±10	4±1
Сложной конфигурации (с карманами и зазорами)	250±50	—	—
Чугунные отливки, обрабатываемые в шнековых установках	175±25		

Изделие	Жидкость ПМС-200 или уайт-спирит	Эмульгатор ОП-7 или ОП-10	Температура, °С	Продолжительность обработки, мин	
				в ваннах	струйным методом
Стальной прокат; конфигурация простой и средней сложности	0,3±0,2* или 25±5**	2,5±0,5	50...60	—	3...5
Стальные отливки с большим слоем окалины	—	—		5...15	
Сложной конфигурации (с карманами и зазорами)	0,3±0,2* или 25±5**	2,5±0,5	60...70		
Чугунные отливки, обрабатываемые в шнековых установках	—	4±1	50...60	5...10	—

* Жидкость ПМС-200.

** Уайт-спирит.

тажные блоки осуществляют на специально отведенных площадках.

Подготовка материалов и комплектующих изделий. В качестве материалов и комплектующих изделий применяют прокладки, сальниковые набивки, ман-

жеты и специальные герметизирующие составы. Они служат для уплотнения плоских стыков машин и мест выхода подвижных деталей механизмов.

Прокладочные материалы. Конструкции и размеры прокладок при монтаже

4.7. Способы расконсервации в зависимости от вида консервирующих покрытий или защитной среды

Консервирующее покрытие или защитная среда	Способ консервации
Спиртовой раствор ингибитора НДА, порошки ингибиторов НДА, УЛИ, КЦА и Г-2	Промывка 3...5 %-ным раствором нитрата натрия с последующей сушкой сжатым воздухом
Ингибированный воздух	Продувка горячим воздухом с температурой 80...90 °С. Промывка мыльно-содовым раствором с добавлением 1...2 % нитрата натрия
Ингибированная бумага	Удаление бумаги
Жидкие ингибированные смазки НГ-203 (марок А, Б и В), К-17, НГ-204У	Промывка бензином или уайт-спиритом, протирка ветошью; промывка водными моющими растворами
Пластичные смазки ПВК, ЗЭС, ГОИ-54П, АМС-3, торсиол	Погружение в нагретое до 110 °С минеральное масло с последующей промывкой бензином или уайт-спиритом; промывка бензином или уайт-спиритом (алюминиевые детали); промывка в ваннах специальными растворами с последующей пассивацией (трубы)
Загущенный раствор нитрата натрия	Промывка раствором, содержащим 3...5 % нитрата натрия и 0,5 % кальцинированной соды с последующей сушкой
Рабочие масла, ингибированные присадки АКОР-1, МРИ-3, МСДА-11, КП, КП-2 и др.	Расконсервации не требуется

соединений выбирают, руководствуясь указаниями чертежей или технических условий (табл. 4.8).

Сальниковые набивки. Для герметизации машин и механизмов применяют волокнистые и комбинированные, сухие и пропитанные сальниковые набивки — плетеные, скатанные и кольцевые. Материал и вид набивок выбирают в зависимости от рабочей среды, ее температуры и давления (табл. 4.9).

Резиновые уплотняющие детали. Наиболее общее применение нашли манжеты (для цилиндров и штоков валов, для

пневматических и гидравлических устройств) и кольца.

Герметизирующие составы. Для герметизации неподвижных разборных соединений, а также периодически подвижных соединений, частичного их смазывания, предохранения деталей от коррозии, обеспечения подвижности и разбираемости служат различные герметизирующие смазки, мастики и мази. Области применения герметизирующих смазок, резиновых и тиоколовых герметиков приведены в табл. 4.10 и 4.11.

Прокладки из пеньки пропитывают вареным маслом или суриком.

4.8. Материалы для изготовления прокладок

Область применения			Материал	Характеристика
Рабочая среда	Температура, °С, не более	Рабочее давление, МПа, не более		
Вода, пар	55	5,0	Паронит ПОН или ПА	Листы толщиной 0,4...6 мм
Бензин, керосин, масло	20	7,5		
	100	6,5	Паронит ПМБ	Листы толщиной 0,4...3 мм
Вода, пар	450	5,0	Паронит ПА	Листы толщиной 0,8...1,2 мм
Отработавший пар, горячие газы		0,15	Картон асбестовый	Листы толщиной 2...10 мм
	250...425	—	Асбест	Скрученный или плетеный шнур диаметром 0,75...55 мм
Горячие газы	150		Асбометаллический армированный материал	Полотно толщиной 0,6; 0,7 и 1,1 мм
Пар, газообразные продукты сгорания	450	0,1	Асбест	Ткань толщиной 1,8...3,5 мм
Горячие газы		0,2		Листы толщиной 1,4...1,75 мм
Вода, нефть, масло в соединениях	40	1,0	Картон технический	Листы или рулоны толщиной 0,3...2,5 мм
Масло, вода, воздух в соединениях оборудования и трубопроводов	30	0,15	Прессшпан	Марка А толщиной 0,35...0,4 мм, марки В толщиной 0,5 мм
Вода, воздух, вакуум		0,3	Резина листовая	Толщина 1...8 мм
Вода, воздух	60	0,6	Резина с парусиновой прослойкой	
	90	1,0	Резина с металлической сеткой	

Окончание табл. 4.8

Область применения			Материал	Характеристика
Рабочая среда	Температура, °С, не более	Рабочее давление, МПа, не более		
Масло, керосин, нефть	20	0,1	Чертежная бумага промасленная	Листы
Вода	40	0,3	Пеньковые волокна	—
Бензин, керосин	80	1,0	Фибра	Листы толщиной 0,4...12,5 мм
Пар	250	3,5	Медь	Листы и проволока из меди марок М1 и М3 отожженные
Вода	—	10,0		
Кислота		0,2	Свинец	Листы
Вода		10,0	Мягкая сталь	
Пар	470	—		
Кислота, бензин	60	4,0	Полихлорвинил	
Пар	300	20	Алюминий	Листы толщиной 2...4 мм

Примечание. Прокладки из бумаги или картона пропитывают смесью касторового масла с глицерином или машинным маслом. При установке на нефте- и мазутопроводах прокладки предварительно пропитывают керосином или нефтью.

4.9. Области и условия применения набивок

Набивки	Область применения	Давление, МПа, не более	Температура, °С, не выше
Плетеные			
Хлобчатобумажные сухие ХБС	Воздух, питьевая вода, нейтральные растворы, спирт, смазочные масла	20	100
Хлобчатобумажные пропитанные ХБП	Воздух, промышленная вода, пары и газы, нефтепродукты		
Пеньковые сухие ПС	Воздух, промышленная вода, водяной пар, смазочные масла	16	

Окончание табл. 4.9

Набивки	Область применения	Давление, МПа, не более	Температура, °С, не выше
Тальковые пропитанные ТП	Промышленная вода, нейтральные растворы, слабокислые среды	1	130
Асбестовые, пропитанные антифрикционным составом графитированные АП	Воздух, пары и газы агрессивные, слабокислые растворы, топливо нефтяное, нефтепродукты	4,5	300
Скатанные			
Асбестовые маслобензостойкие АМБ	Кислые масла, топливо нефтяное, органические растворы	3	300
Хлобчатобумажные МХБ	Вода промышленная	20	100
Льняные ПЛ			
Асбестовые с фторопластом ПАФ	Промышленная вода, перегретый и насыщенный водяной пар	10	400
Асбестометаллические пропитанные с латунной проволокой АПР			

4.10. Область применения уплотнительных смазок

Смазка	Область применения		
	Уплотняемые детали	Среда	Температура, °С
Бензиноупорная	Неподвижные резьбовые и другие соединения	Нефтепродукты	–10...+40
Вакуумная замазка	Соединения вакуумных установок	Воздух	–10...+50
Вакуумная (Рамзая)	Стеклянные и металлические подвижные соединения		–10...+40
ВНИИ НП-263	Резьбовые соединения	Воздух, вода	–50...+100
33К-2у	Люки, крышки и др.	Воздух, пары, вода	–15...+100

Окончание табл. 4.10

Смазка	Область применения		
	Уплотняемые детали	Среда	Температура, °C
ЛЗ-162	Задвижки, краны	Нефтепродукты, газ	−25...+150
Насосная	Сальниковые уплотнения высокого давления	Нефтепродукты, загрязненные жидкости, спирт, вода, глицерин	120
ЦИАТИМ-205	Неподвижные резьбовые соединения	Воздух, вода	−60...+50
Резьбовая:	Резьбовые соединения деталей и труб		−40...+100
Р-2			−30...+200
Р-113			−50...+200
Р-402			−30...+100
Р-416			

4.11. Область применения тиоколовых герметиков

Марка	Вид соединения	Среда	Температура эксплуатации, °С	Особенности применения
У-30М	Металлические (кроме латунных, медных, серебряных)	Воздух, жидкое топливо, разбавленные кислоты и щелочи	−60...+130	С клеевым подслоем
У-30МЭС-5	Металлические	Воздух, жидкое топливо		Без подслоя
УТ-31	Металлические (кроме латунных, медных, серебряных)			С клеевым подслоем
УТ-32	Металлические			Без подслоя
51-УТ-36А	Металлические, пластмассовые	Воздух, пары		С адгезивом
ВИТЭФ-1	Металлические из органического стекла	Воздух, пары воды и топлива	−60...+150	Без подслоя
ВИТЭФ-2			−60...+130	С ускорителем

4.2. Приемка строительной части объекта

Порядок приемки. В соответствии с графиком к моменту начала монтажных работ должны быть подготовлены монтажные и складские площадки, дороги и подъезды, фундаменты и опорные конструкции (подкрановые пути, моно-рельсы, постаменты, этажерки и т.п.) под оборудование, подземные коммуникации; выполнены обратная засыпка и уплотнение грунта, черновые полы, каналы и туннели; закончены стены, остекление окон и фонарей; уложена кровля; навешены ворота и двери; подготовлено временное или постоянное освещение.

При выполнении работ в зимнее время должны быть: утеплены производственные помещения, смонтирована и подключена система отопления, обеспечивающая поддержание температуры в помещениях не ниже 5 °С.

В насосных, насосно-аккумуляторных станциях, маслоподвалах, компрессорных, машинных залах, помещениях для турбовоздухоуводов, турбин и другого аналогичного оборудования должны быть закончены штукатурные работы, а к началу комплексного опробования машин и агрегатов — отделочные работы.

Фундаменты и помещения необходимо освободить от строительных лесов, опалубки, очистить от мусора и сдать под монтаж оборудование по акту с предъявлением исполнительной схемы. При этом проемы в перекрытиях должны быть ограждены, а каналы, туннели, лотки и люки закрыты. Фундаменты под монтаж оборудования принимаются как по всему зданию, так и по участкам или пролетам. При этом мостовые краны, используемые для монтажа машин, должны находиться в рабочем состоянии, а дороги быть готовыми для подачи оборудования.

Фундаменты под монтаж оборудования должны приниматься в соответст-

вии с техническими условиями. В процессе выполнения подготовительных работ монтажная организация, осуществляющая монтаж оборудования, составляет и передает строительной организации для исполнения схему геодезической основы монтажа. Пример такой схемы приведен на рис. 4.1.

При приемке по схеме контролируют точность нанесения всех осей и высотных отметок.

На фундаментах, предназначенных для установки машин и агрегатов, связанных в одну технологическую линию и требующих высокой точности установки, оси и высотные отметки должны быть вынесены на закладные плашки и реперы. Их установку, «закрепление» осей и фиксацию высотных отметок осуществляет строительная организация.

В производственных зданиях и цехах, в которых размещается легкое промышленное оборудование, не связанное между собой кинематически, цеховыми коммуникациями и конвейерами, контрольные и основные оси и высотные отметки могут выноситься на несущие строительные конструкции (колонны или стены) и фиксироваться на специальных закладных деталях или при низких требованиях к точности геодезической разбивки масляной краской, а рабочие оси — на полу цеха.

Места установки плашек и реперов проверяют по монтажным (установочным) чертежам с уточнением мест расположения плашек и реперов по заводским чертежам на оборудование и сверкой с фактической конфигурацией оборудования и его габаритными размерами.

Число разбивочных осей, монтажных рисков, реперов, плашек, места их расположения, способ закрепления указывают в ППР или в проекте геодезических работ.

Сдачу (приемку) строительной части объекта и проверку его готовности к монтажу осуществляют в соответствии с пра-

ны, а при наличии в основании корпусной детали выступающих частей или ребер жесткости — на 50...80 мм ниже их проектной отметки.

Перед сдачей машин под монтаж фундамент, включая колодцы для фундаментных болтов, должен быть освобожден от опалубки и очищен от строительного мусора. Раковины, пористость, наслоения и другие дефекты недопустимы; выступающие из бетона арматура и проволока, а также металлические кондукторы необходимо обрезать. На фундаментные болты следует установить гайки и шайбы, а их нарезанные части должны быть защищены от коррозии и предохранены от повреждений. Оси и реперы, закрепленные на фундаменте, надо размещать вне контура опорных поверхностей корпусных деталей машин и механизмов.

Расположение фундаментов контролируют относительно главных осей, а их элементов — относительно рабочих монтажных осей.

Фактическую точность вынесения основных и контрольных, а также отдельных рабочих осей и высотных отметок выборочно проверяют на соответствие требованиям, указанным в схеме геодезического обоснования, а для остальных осей и высотных отметок — по исполнительной схеме. В тех случаях, когда в проекте геодезического обоснования нет специальных требований к точности вынесения осей и высотных отметок, их принимают исходя из требований для заданных классов точности разбивочных работ. В этом случае во время приемки реперов, расположенных на одном монтажном горизонте, контролируют соответствие точности разбивки высотных отметок допускам, указанным в табл. 4.12, а точности разбивки осей — допускам, приведенным в табл. 4.13. Точность передачи высотных отметок с одного монтажного горизонта на другой должна отвечать допускам, представленным в табл. 4.14.

4.12. Допуски (мм) разбивки высотных отметок (для реперов)

Номинальный размер H^*	Класс точности					
	1	2	3	4	5	6
До 2500	—	0,6	1,0	1,6	2,4	4
Св. 2500 до 4000	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0	6
» 4000 » 8000	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10
» 8000 » 16 000	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0	16
» 16 000 » 25 000	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0	24
» 25 000 » 40 000	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40
» 40 000 » 60 000	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0	60
» 60 000 » 100 000	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0	100
» 100 000 » 160 000	16,0	24,0	20,0	60,0	100,0	160

* H — расстояние между точками в вертикальной плоскости.

4.13. Допуски (мм) разбивки точек и осей в плане (для плашек)

Номинальный размер L^*	Класс точности					
	1	2	3	4	5	6
До 2500	0,6	1,0	1,6	2,4	4	6
Св. 2500 до 4000	1,0	1,6	2,4	4,0	6	10
» 4000 » 8000	1,6	2,4	4,0	6,0	10	16
» 8000 » 16 000	2,4	4,0	6,0	10,0	16	24
» 16 000 » 25 000	4,0	6,0	10,0	16,0	24	40
» 25 000 » 40 000	6,0	10,0	16,0	24,0	40	60
» 40 000 » 60 000	10,0	16,0	24,0	40,0	60	100
» 60 000 » 100 000	16,0	24,0	40,0	60,0	100	160
» 100 000 » 160 000	24,0	40,0	60,0	100,0	160	—

* L — расстояние между точками и осями в горизонтальной плоскости.

4.14. Допуски (мм) передачи высотных отметок (для реперов)

Номинальный размер L^*	Класс точности					
	1	2	3	4	5	6
До 8000	—	0,6	1,0	1,6	2,4	4
Св. 8000 до 16 000	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0	6
» 16 000 » 25 000	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10
» 25 000 » 40 000	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0	16
» 40 000 » 60 000	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0	24
» 60 000 » 100 000	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40
» 100 000 » 160 000	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0	60

* L — расстояние между точками (реперами) в горизонтальной плоскости.

Готовые фундаменты принимают при условии соответствия их фактических размеров и расположения поверхностей закладных деталей, анкерной арматуры, фундаментных болтов и колдцев под них проектным параметрам.

Отклонения фактических размеров фундаментов и их элементов не должны превышать приведенных ниже допустимых значений.

Схемы проверки фундаментов и их элементов приведены в табл. 4.15.

Допустимые отклонения (мм) элементов монолитных бетонных и железобетонных фундаментов

Отклонение верхних поверхностей от горизонтали на всю плоскость	±20
Местные отклонения бетонной поверхности от проектного положения при проверке рейкой длиной 2 м, кроме опорных поверхностей	±5
Отклонение:	
вертикальных поверхностей от вертикали и линий их пересечения по всей высоте	±20
высотных отметок закладных частей, служащих опорами для колонн или сборных элементов	—5
высотных отметок верхних торцов забетонированных фундаментных болтов	+20
осей фундаментных болтов, расположенных:	
внутри контура опоры монтируемого элемента	+5
вне контура опоры монтируемого элемента	+10

Допустимые отклонения (мм) элементов сборных железобетонных фундаментов и оснований

Отклонение:	
высотных отметок верхних опорных поверхностей элементов фундаментов от проектных	—10
высотных отметок дна стаканов фундаментов от проектных	—20
осей фундаментных болтов и стаканов фундаментов относительно разбивочных осей	+13

Допустимые отклонения (мм) элементов фундаментов под технологические металлоконструкции и положения анкерных болтов

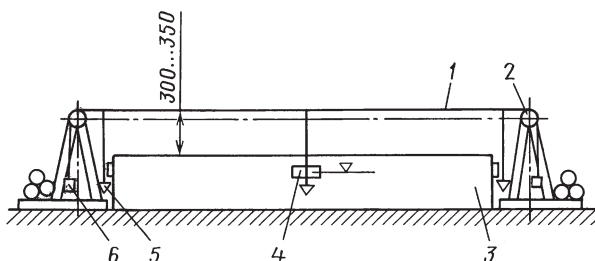
Отклонение:	
установочных поверхностей на фундаменте, возведенном до проектной отметки:	
по высоте	±5
по уклону на 1 м	+1
верхней поверхности выверенной и подлитой стальной плиты:	
по высоте	±1,5
по уклону на 1,5 м	+1
осей фундаментных болтов, расположенных:	
внутри контура опоры монтируемого элемента	+5
вне контура монтируемого элемента	+10
высотных отметок торцов фундаментных болтов	+20
длины резьбы фундаментных болтов	+30

4.15. Схемы проверки фундаментов и их элементов

Объект проверки

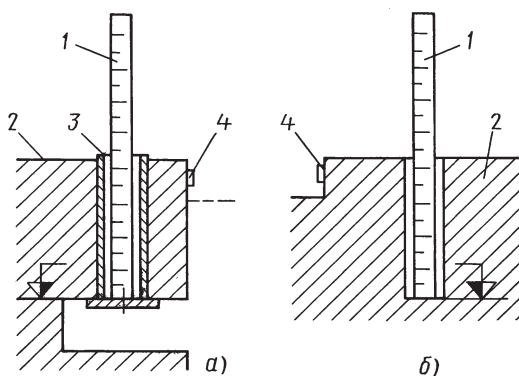
Положение осей фундамента:

1 — струна; 2 — стойка; 3 — фундамент; 4 — плашка с осевой и высотной отметками; 5 — отвес; 6 — груз



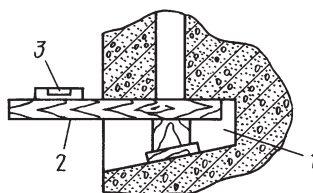
Установка анкерной арматуры (а) и глубины колодцев (б):

1 — нивелирная рейка; 2 — фундамент; 3 — анкерная арматура; 4 — плашка с осевой и высотной отметками



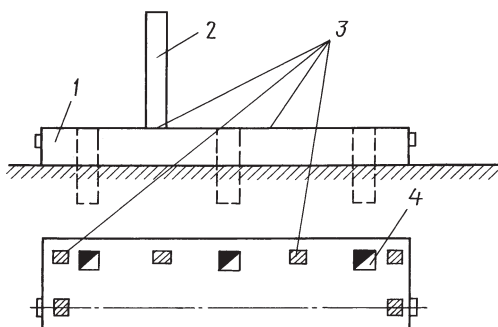
Ниша под анкерные плиты:

1 — ниша; 2 — контрольная линейка; 3 — уровень



Места расположения подкладок на фундаменте:

1 — фундамент; 2 — нивелирная рейка; 3 — места расположения подкладок; 4 — колодцы

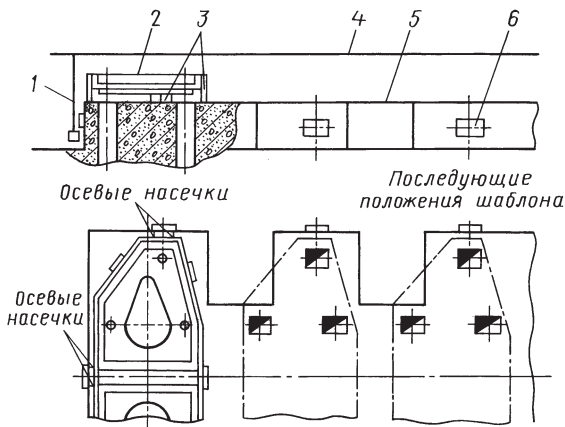


Окончание табл. 4.15

Объект проверки

Расположение колодцев под
фундаментные болты:

1 — отвес; 2 — шаблон; 3 — стой-
ки шаблона; 4 — струна; 5 — фун-
дамент; 6 — плашка с осевой и
высотной отметками



4.3. Предмонтажное укрупнение оборудования в блоки

Предварительное укрупнение. Укрупнение — сборка поставочных частей или сборочных единиц оборудования в монтажные блоки на строительной площадке или промышленных базах монтажных организаций перед установкой в проектное положение, что позволяет улучшить условия труда, сократить объем работ, выполняемых на высоте, и продолжительность монтажа. При этом осуществляют обвязку оборудования на нулевой отметке технологическими трубопроводами и металлоконструкциями, наносят изоляцию и выполняют футеровку.

Предварительное укрупнение оборудования в монтажные блоки сокращает сроки ввода промышленного объекта в эксплуатацию. При отсутствии такого эффекта выполнять предварительное укрупнение оборудования, конструкций и трубопроводов в блоки на монтажной площадке целесообразно только тогда, когда производственно-технические условия, при которых оно проводится, значительно лучше, чем условия,

при которых осуществляется монтаж непосредственно на объекте.

Изготовление блоков. При предварительном укрупнении оборудования в монтажные блоки для его размещения и закрепления используют специальные опорные конструкции, называемые *базовыми*. Базовая конструкция представляет собой плоскую металлическую раму, состоящую из продольных и поперечных балок, сваренных между собой.

Базовые конструкции изготавливают в соответствии с требованиями по четвертому классу точности (ГОСТ 21779–82). До изготовления базовых конструкций проверяют соответствие фактических и проектных размеров, координирующих расположение крепежных болтов в опорных фланцах оборудования и его узлах. При несовпадении размеров в чертежи должны быть внесены изменения. Допускаемые отклонения от соосности отверстий ± 2 мм. Защитную окраску базовых конструкций проводят согласно требованиям технических условий на их изготовление.

Собранные узлы оборудования, входящего в состав блока, устанавливают на базовую конструкцию, выверяют и

закрепляют. При установке оборудования выше верха поперечных балок жесткость базовой конструкции в горизонтальной плоскости обеспечивается специальными диагональными связями и сварными соединениями поперечных и продольных балок.

При установке оборудования на поперечные балки его корпусные детали используются в качестве диагональных связей, придающих необходимую жесткость базовой конструкции. Зазора между опорами оборудования и опорными деталями не допускается. Его ликвидируют путем установки металлических рихтовочных пластин или шайб, привариваемых к опорным деталям. Размеры пластин или шайб в плане принимают равными размерам опор оборудования. При необходимости устанавливают виброгасящие прокладки или виброизолирующие опоры.

Трубопроводы крепят на металлических опорах, приваренных к базовой конструкции. Отклонения установочных размеров трубопроводов не должны превышать допусков 16-го качества по ГОСТ 25347–82. Обслуживающие конструкции (лестницы, площадки, настилы, ограждения) выполняются типовыми.

Для изготовления блоков трубопроводов должны использоваться бесшовные трубные детали (отводы, тройники, переходы и т.п.). Детали трубопроводов, диаметры которых превышают размеры, указанные в стандартах, допускается изготавливать сварными.

Сварка оборудования и трубопроводов должна быть выполнена, а качество сварных швов проверено в соответствии с требованиями стандартов и технических условий.

Блоки насосов необходимо собирать на общей раме в комплекте с двигателями, арматурой, трубопроводами и другими устройствами.

Укрупнительную сборку оборудования можно проводить без использования базовых конструкций (рам) путем объе-

динения нескольких элементов в один узел. Технология их сборки и особенно-сти выполнения слесарно-сборочных работ будут рассмотрены в гл. 10.

Трубопроводная арматура, у которой истек гарантийный срок хранения, допускается к установке в блоки после испытания пробным давлением на прочность корпуса и герметичность запорного устройства по действующим нормам. Результаты испытаний оформляются актом.

Оборудование, конструкции, трубопроводы блока перед его монтажом окрашивают. Окончательную опознавательную окраску трубопроводов и трубопроводной арматуры осуществляет заказчик после монтажа блоков и их сдачи в эксплуатацию. Окраску внецевых трубопроводов выполняет монтажная организация, а внутрицевых — строительная.

Условия маркировки, упаковки, транспортирования и хранения блоков должны соответствовать требованиям ГОСТ 4666–75; 15108–80Е; 23170–78Е. При необходимости длительного транспортирования или хранения консервацию блоков проводят в соответствии с требованиями технической документации.

Транспортирование блоков. Блоки оборудования транспортируют от места предварительного укрупнения до стройки железнодорожным и автомобильным транспортом. Перемещение поставочных узлов блоков волоком категорически запрещается. На транспортном средстве блоки устанавливают на деревянные прокладки толщиной не менее 40 мм. Их располагают поперек продольной оси платформы в местах прохождения поперечных балок базовой конструкции. Верх прокладок должен находиться строго в горизонтальной плоскости. Для перевозки по железной дороге рекомендуется применять четырехосные платформы мод. 13-401 грузоподъемностью 63 т.

На железнодорожных платформах блоки закрепляют в соответствии с техническими условиями погрузки и крепления грузов.

В качестве автомобильного транспорта применяют полуприцепы или универсальные автоприцепы с тягачами специального назначения. Крупногабаритное оборудование перевозят с помощью специализированных транспортных средств.

Площадку для складирования и укрупнительной сборки оборудования, конструкций и трубопроводов располагают на возможно близком расстоянии от монтируемого объекта.

Перед установкой блока в проектное положение на бетонный пол в местах опирания регулировочных болтов базовой конструкции устанавливают на цементном растворе металлические пластины размером 150×150 мм, толщиной 20 мм. Когда прочность раствора достигнет 70 % окончательной прочности, блок устанавливают с опиранием регулировочных болтов на пластины и выверяют по высоте. Затем осуществляют замоноличивание бетоном базовой конструкции на высоту, заданную проектом.

4.4. Установка фундаментных болтов

Фундаментные болты для крепления технологического оборудования различают по условиям эксплуатации и назначению, конструкции, способам установки и закреплению в фундаменте. Конструктивные (малонагруженные) болты служат для фиксации машин на фундаментах, повышения жесткости корпусных деталей и для предотвращения их смещения под действием случайных нагрузок. Расчетные (силовые) болты воспринимают нагрузки, которые возникают при работе оборудования.

Применяют следующие типы конструкций фундаментных болтов (ГОСТ 24379.0–80; 24379.1–80; 28778–90): изогнутые, с анкерной плитой, составные,

съёмные (рис. 4.2), прямые, распорные (рис. 4.3) и с коническим концом распорные (рис. 4.4).

К основным установочным и конструктивным параметрам болтов относятся: глубина заложения H , длина L болта, диаметр d резьбы, длина l_0 резьбы, диаметр стержня d_1 , длина l изогнутой части, диаметр или сторона A анкерной плиты, размер S под ключ, диаметр d_0 отверстия в фундаменте, высота h конуса.

В зависимости от конструкции болты устанавливают на кондукторах до бетонирования фундаментов (см. рис. 4.2, *а*, $\phi-d$); в колодцах, оставляемых при бетонировании (см. рис. 4.2, *б*), и в скважинах (отверстиях), пробуриваемых в готовых фундаментах, перекрытиях или полу цеха (см. рис. 4.3 и 4.4).

Наиболее перспективно применение болтов, устанавливаемых в пробуриваемых скважинах (отверстиях). Этим способом устанавливают прямые болты, закрепляемые в фундаменте с применением клея различного типа и цементной зачеканки, а также болты распорного типа. Прямые болты не имеют специальных анкерующих устройств, поэтому менее надежны в эксплуатации по сравнению с другими и требуют тщательного соблюдения технологии установки. Болты распорного типа (см. рис. 4.3, *б* и 4.4, *в*, *г*) обладают более высокой надежностью и простотой установки, хотя и сложнее по конструкции. Применение болтов распорного типа с малой глубиной заложения в случаях, когда размеры фундаментов определяются длиной болтов, позволяет устанавливать оборудование без фундаментов с креплением непосредственно на перекрытиях или полу цеха.

Установку болтов осуществляют в соответствии со специально разработанным планом их расположения, в котором болты «привязаны» к разбивочным осям оборудования.

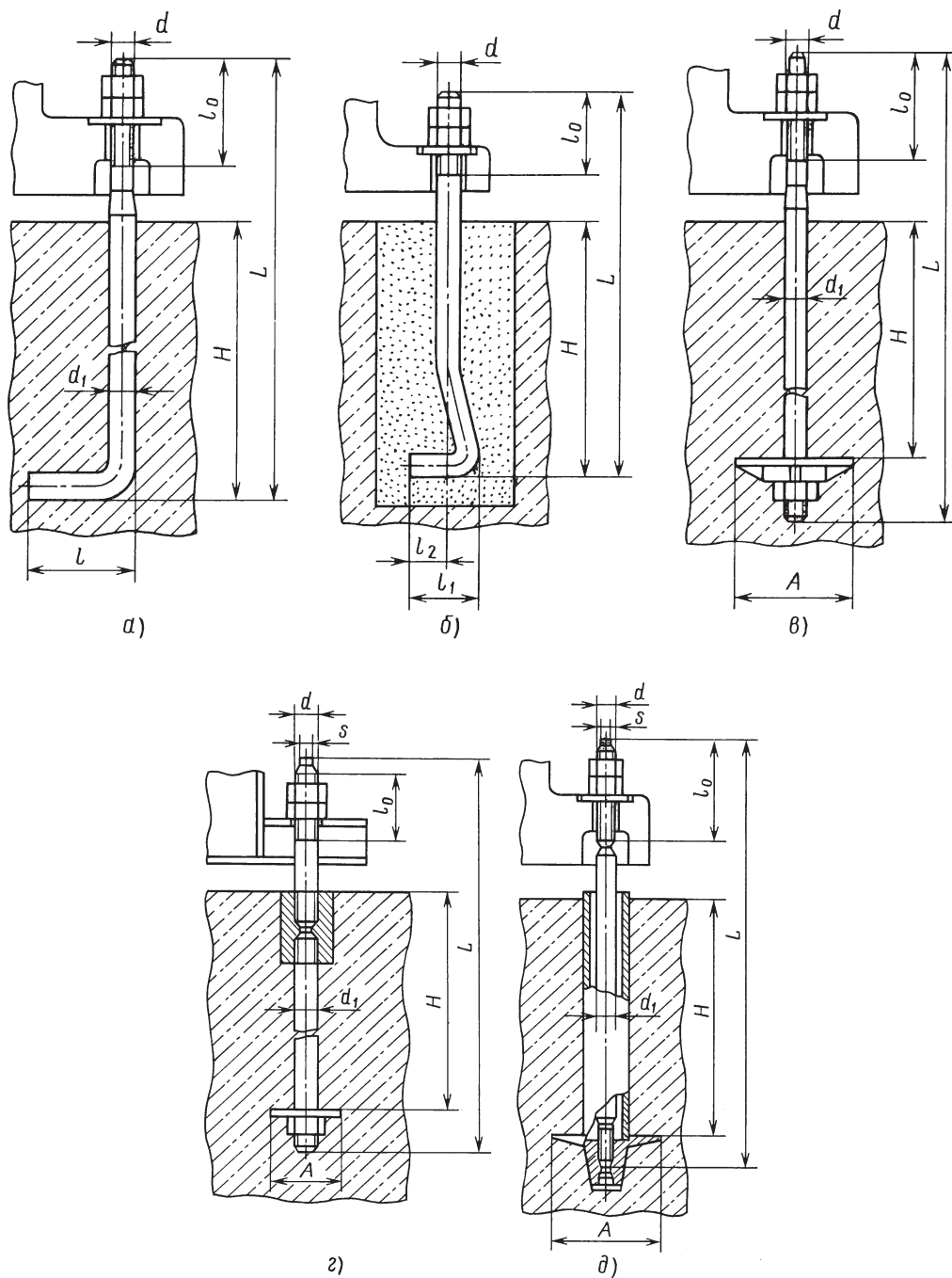


Рис. 4.2. Фундаментные болты:

а и б — изогнутые; в — с анкерной плитой; г — составные; д — съемные; l_1 — ширина загнутой части болта; l_2 — расстояние от оси болта до конца загнутой части

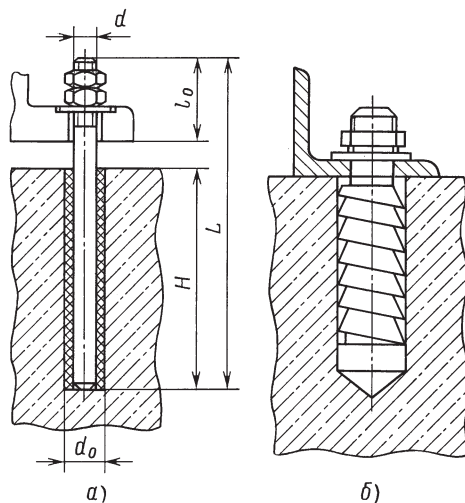


Рис. 4.3. Фундаментные прямые (а) и распорные (б) болты

Установка на кондукторах. Глухие болты: изогнутые, с анкерными плитами и составные (см. рис. 4.2, а, б и г), а также анкерную арматуру съемных болтов (см. рис. 4.2, д) — устанавливают в монолитные фундаменты до их бетонирования с помощью специальных монтажных приспособлений, обеспечивающих надежную фиксацию болтов и арматуры в проектном положении на период укладки и твердения бетона фундамента. Поддерживающие устройства служат для фиксации кондукторов в требуемом положении, а кондукторы — для размещения болтов в соответствии с осями отверстий в корпусных деталях машин, закрепляемых на данном фундаменте.

Поддерживающие устройства (каркас) собирают из типовых стоек и прогонов (продольных и поперечных балок), которые имеют одинаковую конструкцию для всех фундаментов цеха. Стойки различаются только высотой, а прогоны — длиной. Высоту стоек назначают на 200...300 мм меньше разницы высотных отметок бетонной подготовки фундамента и его поверхности. Длину продольных и поперечных балок каркаса

определяют исходя из размеров опорного контура монтируемого оборудования.

Стойки крепят к закладным пластинам, залитым в специальные опоры, которые изготавливают одновременно с бетонной подготовкой фундамента (рис. 4.5). На стойках предусматривают узлы крепления балок каркаса, опалубки и настила.

К стойкам на проектной высоте приваривают балки каркаса. Для повышения жесткости каркас скрепляют диагональными связями. На верхних балках каркаса располагают кондукторы (рис. 4.6). Конструкция кондуктора определяется числом и расположением устанавливаемых фундаментных болтов. Отверстия в кондукторах изготавливают с такими же допусками расположения, как и в корпусных деталях. Диаметр отверстий в кондукторе должен быть больше диаметра болтов с резьбой до М48 на 1 мм, а для болтов с резьбой М56 и более — на 2 мм. Аналогично изготавливают кондукторы для фиксации анкерной арматуры, коробок и пробок для образования колодцев под болты или шанцев.

Положение кондуктора в плане на балках каркаса выверяют геодезическими

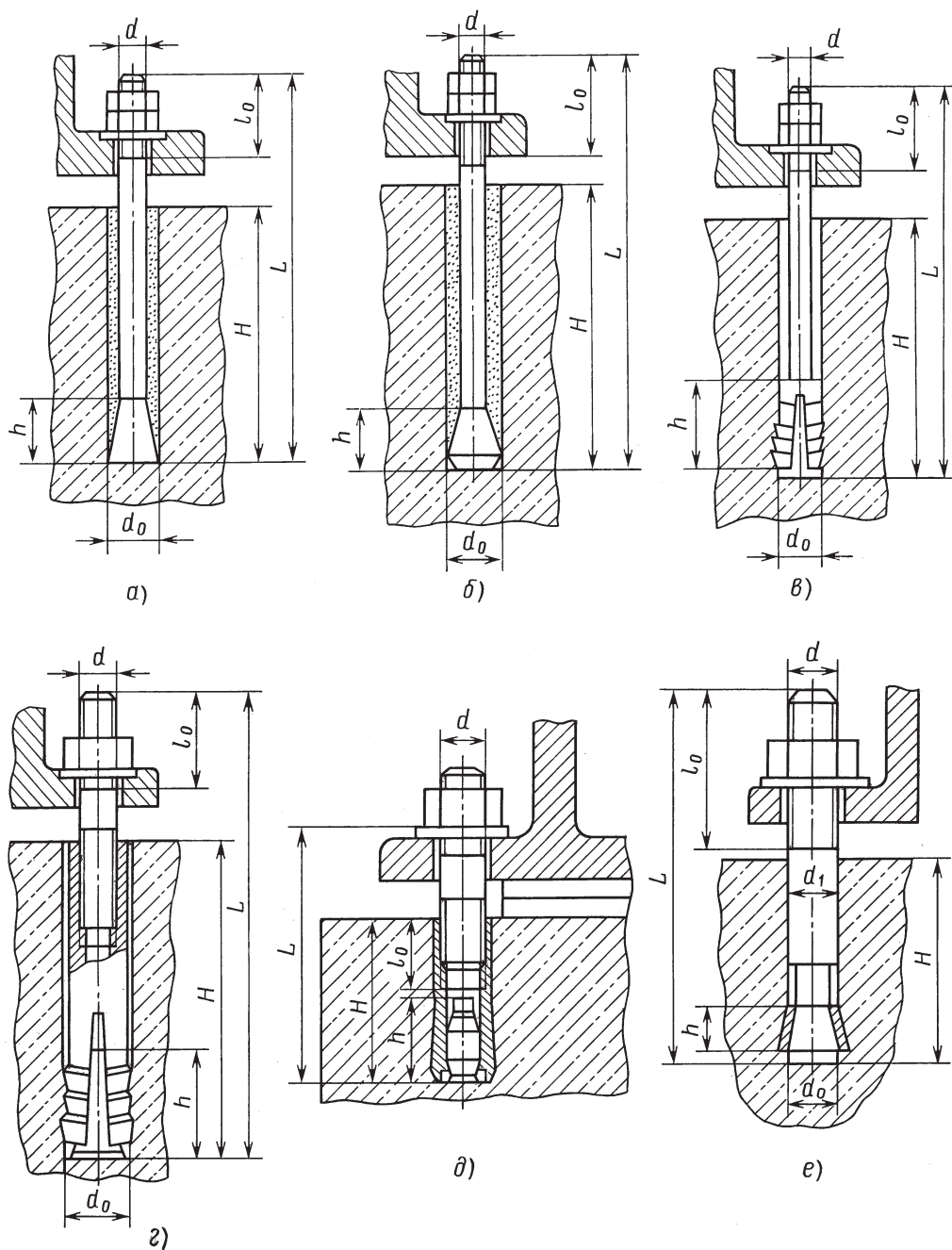


Рис. 4.4. Фундаментные болты распорного типа:

a — конические с цементной зачеканкой; *б* — конические, устанавливаемые вибропогружением; *в* — конические с разжимными цангами (самоанкерующиеся); *г* — составные с распорным конусом; *д* — дюбель-втулки; *е* — анкерные распорные дюбели

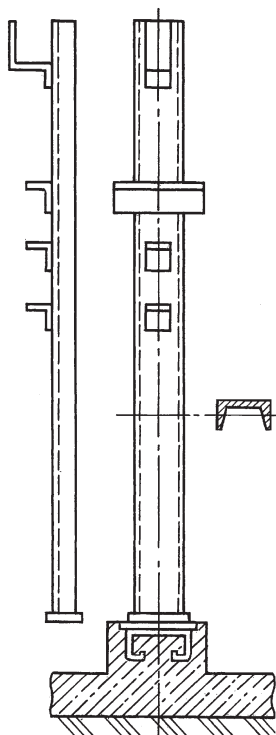


Рис. 4.5. Стойка каркаса поддерживающего устройства

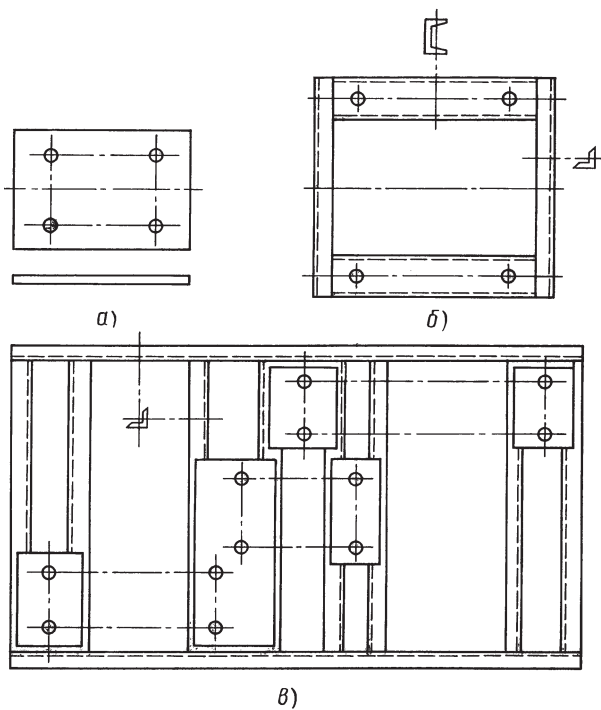


Рис. 4.6. Кондукторы для фундаментных болтов:
а — листовой; *б* — из сортовой стали; *в* — комбинированный

методами и фиксируют сваркой. После этого в кондукторе устанавливают и закрепляют болты, пробки и анкерную арматуру.

При расположении глухих болтов с отгибами у края фундамента отогнутый конец болта необходимо ориентировать в сторону массива, а при расположении в углах — по их биссектрисе.

Нижние концы болтов, расположенные в местах пустот фундаментов (проемов, тоннелей и др.), допускается выполнять с отгибом.

Для глухих болтов в фундаментах предусматривают специальные шанцы, предназначенные для исправления положения болтов в плане после бетонирования фундамента путем их изгиба.

Детали, установленные в кондукторе, с целью предотвращения их отклоне-

ний от вертикального положения, при бетонировании соединяют поперечными связями из мелкосортного проката.

На изготовление поддерживающих устройств и кондукторов расходуется значительное количество сортового проката — в среднем до 30 кг на один болт. Для уменьшения расхода металла применяют метод установки фундаментных болтов на поддерживающих устройствах с укороченными стойками и съемные кондукторы. При установке болтов в простые фундаменты поддерживающие устройства не изготавливают, а кондукторы прикрепляют к опалубке или арматуре.

При монтаже оборудования, опорные части которого стандартизованы, например химических аппаратов колонного типа, рекомендуется применять групповую установку болтов с помощью

унифицированных кондукторов. Диаметр отверстий d_0 под болты назначают на 2 мм больше диаметра болтов.

Плазово-блочный метод применяют при большом числе фундаментных болтов (свыше 500), устанавливаемых в цехе, с целью индустриализации их изготовления и монтажа блоками. Применение такого метода позволяет перенести изготовление блоков фундаментных болтов со строительной площадки в заготовительные мастерские или на заводы монтажных заготовок. Блоки собирают на специальных стендах, оборудованных плазом, т.е. дощатым щитом с наклеенным на него чертежом плана расположения болтов, выполненным в натуральную величину.

Блоки (рис. 4.7) состоят из группы болтов 1 , приваренных к базовой опор-

ной балке 2 и связанных между собой продольными и поперечными связями 3 в жесткий каркас. Продольные и поперечные стороны блока образуют ферму. Размеры a , l , l_1 , l_2 называют исходя из расположения болтов, а размер b — из условия закрепления блока на опорных конструкциях, k — расстояние от оси основания каркаса до верхнего конца болта. При длине блока L до 1 м высоту фермы m принимают равной 300 мм и диагональную связь не ставят; при длине блока до 2 м высоту m принимают равной 400 мм и ставят одну диагональную связь, а при длине блока до 3 м высоту m принимают равной 450...500 мм и ставят две диагональные связи. При длине болтов $L = 2$ м высоту m назначают равной 1 м. Перепад высотных отметок торцов фундаментных

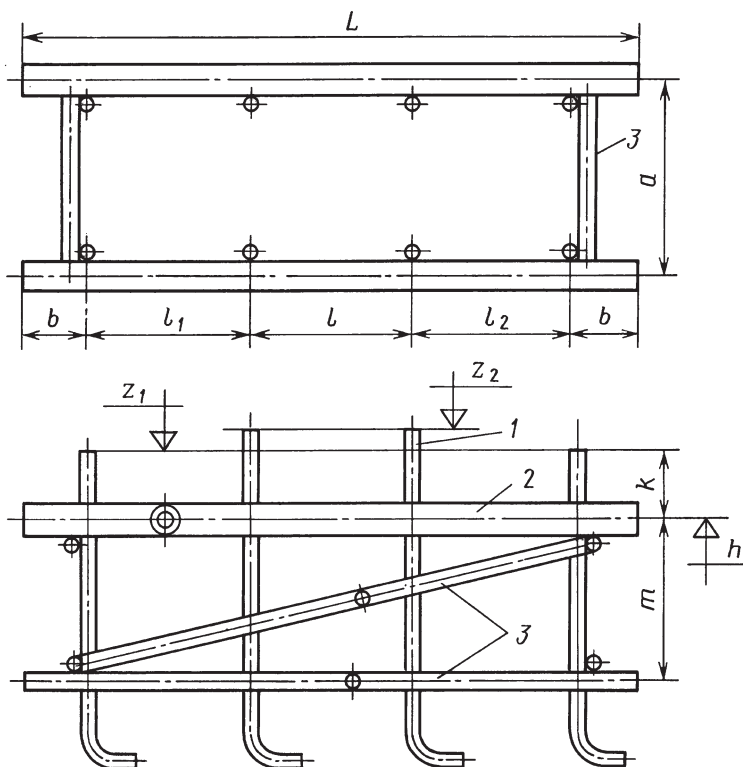


Рис. 4.7. Блок фундаментных болтов

бортов $\Delta z = z_2 - z_1$ в одном блоке не должен превышать 500 мм.

На чертежах блоков указывают высотные отметки торцов фундаментных болтов, которые назначают в соответствии с планом расположения болтов. Верхняя балка продольной стороны блока является базовой. На чертежах указывают высотную отметку h ее нижней стороны, а остальные размеры дают от этой отметки. Базовые балки выступают за габаритные размеры блока на 150...800 мм. Все элементы обвязки болтов в блоки выполняют из круглого стального проката диаметром 8...10 мм, а базовые балки из труб.

Опорные конструкции блоков изготавливают в виде П-образных стоек, связанных сверху опорными балками, а внизу стержнями.

При разработке плазового чертежа (рис. 4.8) на полотнище миллиметровой бумаги, размер которого соответствует самому большому блоку болтов, наносят

оси X и Y , а также намечают все места расположения болтов (центры отверстий под них) с допуском ± 1 мм относительно рабочих осей. Затем на этом же чертеже отмечают места размещения болтов в следующем блоке и т.д. в пределах одной монтажной схемы.

Стенд для сборки блоков состоит из металлической рамы, установленной на стойках высотой 2...2,5 м, на которую уложен плаз с просверленными отверстиями под болты. Болты каждого блока подают под стенд, заводят в отверстия и крепят сверху гайками. У болтов с одинаковыми высотными отметками гайки навинчивают в уровень с их торцом. При разности высотных отметок под гайки устанавливают соответствующие им дистанционные трубки. Болты балками и связями соединяют в блок сваркой. После этого отвинчивают гайки и опускают блок под щит.

Опорные конструкции блоков доставляют на место монтажа и устанавли-

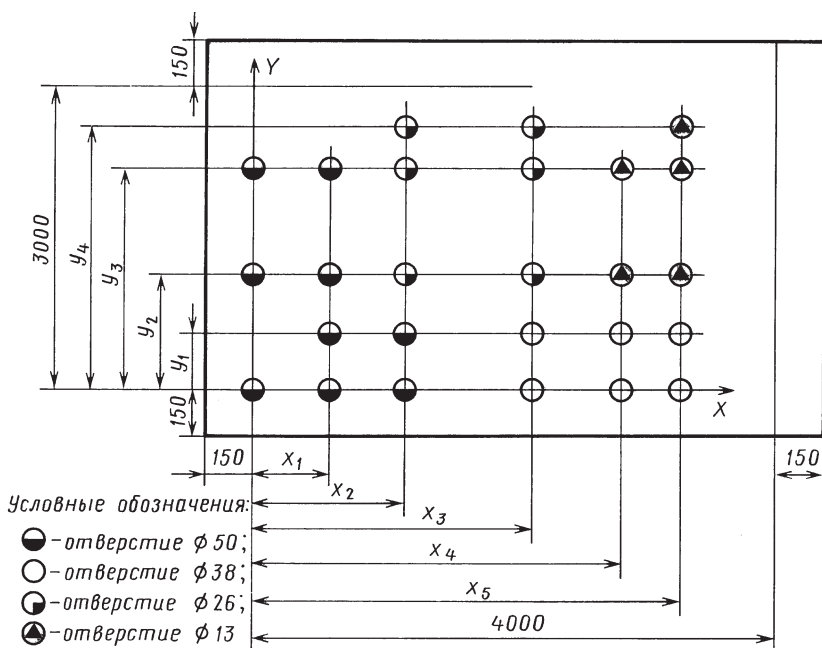


Рис. 4.8. Плазовый чертеж

вают на бетонную подготовку фундамента. Соответствие положения опорных конструкций монтажной схеме тщательно проверяют. Блоки устанавливают на опорные конструкции базовыми опорными балками. Положение блока контролируется по двум диагонально расположенным и наиболее удаленным болтам, после чего блок приваривают к опорным балкам.

Установку в скважины, пробуренные в готовых фундаментах, применяют для болтов: прямых; конических с цементной зачеканкой и с вибропогружением; с разрезными и разжимными цангами, а также составных с распорным конусом и дюбелей-втулок. Применение таких болтов, обладающих небольшой глубиной заложения $H = (4...8)d$, позволяет не

только устанавливать и закреплять оборудование на железобетонных перекрытиях промышленных зданий или непосредственно на полу цеха, но и дает возможность избежать изготовления металлических дорогостоящих кондукторов и поддерживающих устройств. При этом повышается точность установки болтов, что упрощает выверку оборудования.

Скважины под болты изготавливают на станках для сверления, оснащенных алмазными кольцевыми сверлами. При небольших диаметрах (до 60 мм) более эффективно применять перфораторы и машины ударно-вращательного бурения со специальным рабочим инструментом: буровыми коронками, шнековыми бурами и спиральными сверлами с твердосплавными вставками (табл. 4.16–4.22).

4.16. Технические характеристики механизированного инструмента для сверления бетона и железобетона

Параметр	Ручные машины		Передвижные станки		
	ИП 1023	ИП 1018	ИЭ 1801А	ИЭ 1805	ИЭ 1806
Диаметр сверления, мм	До 25		50...125	80...160	25...160
Глубина сверления, мм	0,3		0,5	0,38	0,55
Средняя скорость сверления, мм/мин	50	40		60	40
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	12 000	8900	850	600	500
Потребляемая мощность, Вт	880	600	2200	3000	2200
Напряжение, В	—		220/380		
Частота тока, Гц			50		
Рабочее давление воздуха, МПа	0,5		—		
Удельный расход: воздуха, м ³ /мин	1,2	1,0			
охлаждающей воды, л/мин	1...2	1...3	5...6		5...7

Окончание табл. 4.16

Параметр	Ручные машины		Передвижные станки		
	ИП 1023	ИП 1018	ИЭ 1801А	ИЭ 1805	ИЭ 1806
Габаритные размеры, мм:					
длина	550	694	700	1250	785
ширина	133	95	500	600	580
высота	135	205	1400	1420	1160
Масса, кг	5,4	6,0	100	200	100

4.17. Технические характеристики электроперфораторов для бурения скважин под болты

Параметр	ИЭ 4712	ИЭ 4709	ИЭ 4713	ИЭ 4714	ИЭ 4710	ИЭ 4707
Диаметр скважин, мм	6...16	6...25	6...12	8...16	12...30	22...52
Энергия удара, Дж	2	2,5	1,0	2	4	25
Частота удара, Гц	30	50	40	30	25	18
Средняя скорость бурения, мм/мин	90	110	90	90	70	110
Потребляемая мощность, Вт	350	650	350	420	450	1350
Напряжение, В	220					
Частота тока, Гц	50					
Габаритные размеры, мм:						
длина	500	350	420	500	655	725
ширина	200	95	155	75	137	425
высота	75	195	75	150	197	265
Масса, кг	4,5	6,8	3,5	4,5	7,5	27,0
Наибольшая глубина бурения, мм	0,2	0,8	0,1	0,25	0,3	2,0

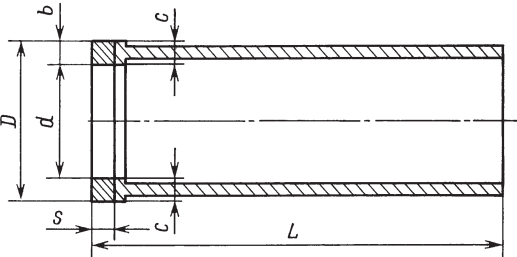
4.18. Технические характеристики перфораторов для бурения скважин под болты

Параметр	ПП-47	ПП-36	ПП-50В1	ПП-54	ПП-63
Диаметр скважин в бетоне, мм	20	32...46	32...56	32...46	36...80
Глубина бурения, м	—	2	3	4	5

Окончание табл. 4.18

Параметр	ПП-47	ПП-36	ПП-50В1	ПП-54	ПП-63
Энергия удара, Дж	2,5	36	54		63
Частота ударов, Гц	38	38,3	38	38,3	30
Рабочее давление воздуха, МПа	0,5				
Удельный расход воздуха, м³/мин	0,45	2,6	2,2	4,0	3,8
Масса, кг	—	24	29,5	32	35

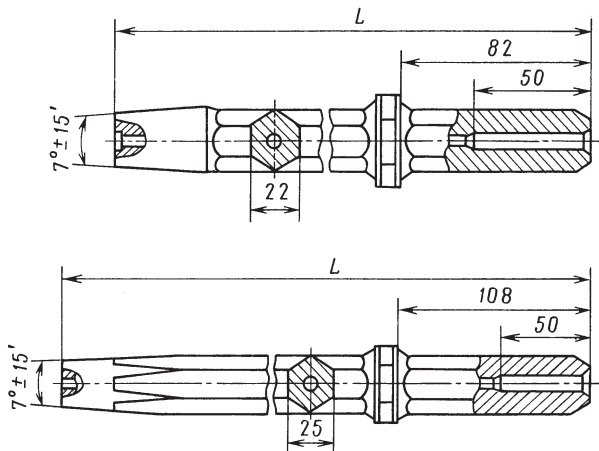
4.19. Алмазные кольцевые сверла



[s равно 4 или 8 мм; L = (350 ± 5) мм] Размеры, мм

Диаметр коронки <i>D</i>		<i>b</i>	<i>d</i>	<i>c</i>	Диаметр коронки <i>D</i>		<i>b</i>	<i>d</i>	<i>c</i>
номи- наль- ный	пре- дель- ные откло- нения				номи- наль- ный	пре- дель- ные откло- нения			
20	+0,210	3,0	14	0,4	70	+0,300	3,5	63	0,4
25			19		80			73	
32	+0,250		26		90	+0,350		83	
40			34		100			93	
45			39		110	4,0	102	0,5	
50			44		125		117		
55	+0,300		49		140		132		
60			54		160		152		

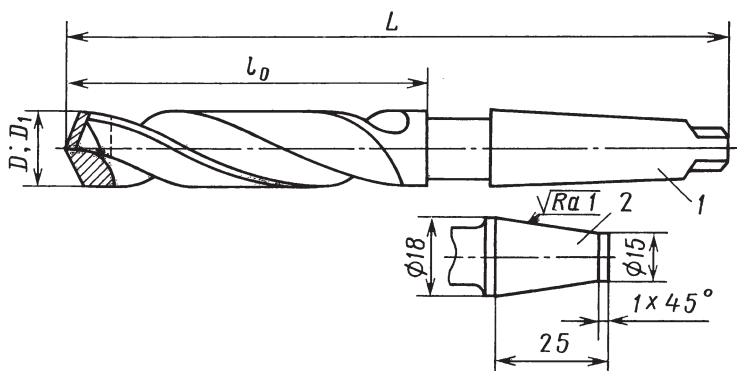
4.20. Буровые штанги



Тип штанги	Длина L , мм	Масса, кг	Тип штанги	Длина L , мм	Масса, кг
БШ 22-700	700	2,1	БШ 25-1300	1300	5,1
БШ 22-1600	1600	4,8	БШ 25-1600	1600	6,3
БШ 22-2500	2500	7,4	БШ 25-2500	2500	9,9
БШ 22-3400	3400	10,1	БШ 25-3100	3100	12,3
БШ 22-4300	4300	12,8	БШ 25-3400	3400	13,4
БШ 25-700	700	2,8	БШ 25-3700	3700	14,7
БШ 25-1000	1000	3,9	БШ 25-4300	4300	17,7

4.21. Спиральные сверла

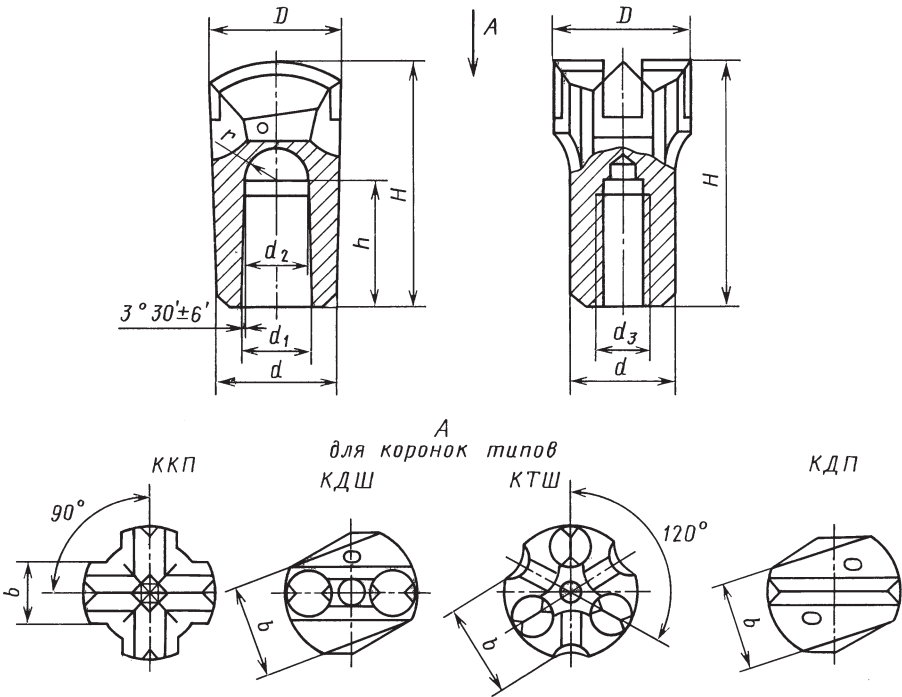
1 — конус Морзе;
2 — конус, расточенный для электроперфоратора; D — диаметр сверла по ГОСТ 22736–77; D_1 — диаметр сверла для строительных работ



Окончание табл. 4.21

Размеры, мм									
D	D_1	L	l_0	Конус Морзе	D	D_1	L	l_0	Конус Морзе
15		175	75	2	23		230	110	3
16		180	80		24		235	115	
17		185	85		25				
18		190	90		26	—			
19		195	95		27		240	120	
20		220	100	3	28		270	120	4
21		225	105		30	275	125		

4.22. Буровые коронки



Окончание табл. 4.22

Размеры, мм										
Типо- размеры коронки	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₃	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>b</i>		
32-19	32	28	19	15,8	—	60	30	26		
36-22	36	32	22	18,8		70		30		
40-22	40	35				75		40	33	
40-25			43	37			25			20,7
43-25	—	27			—					
43-27				39		28	23,1	—	80	45
46-25	46	37	25	20,7	75	40				
46-27			—			27	—			
52-25	52	39	25	20,7	—	40	40			
52-31		42	—					31	105	—
56-32	56									
60-38	60	52					38	110	45	
65-31	65	45					31			
65-38		52					38			
70-31	70						31	115		75
75-31	75	58								
85-31	85									
85-38										

Буровые коронки и буры могут перетачиваться до диаметра на 4...6 мм меньше номинального. Диаметры скважин под болты различных конструкций приведе-

ны в табл. 4.23. При жестких допусках на диаметр отверстия преимущественно применяют сверление алмазными сверлами.

4.23. Диаметры (мм) скважин для установки фундаментных болтов

Диаметр резьбы болта, мм	Болты											
	прямые на кле	конические						составные с распорным конусом			дюбели	
		с вибропогружением			с разрезной кантой			с распорной кантой			втулки	анкерные распорные
		отклонения	диаметр	отклонения	диаметр	отклонения	диаметр	диаметр	отклонения	отклонения		
M6												
M8												
M10	16	+3	25 (20)	-2...+10	20		16		+0,5	14	10	8
M12	18											
M16	22		36 (27)		25		22	+1		16	12	+0,3
M20	26	+4	46 (33)	-3...+10	35		28		+1	22	20	+0,35
M24	34		52 (40)				32	+1,5		28	25	
M30	40		60 (43)	-5...+15	50		40			32		
M36	46		80 (60)		60		50					
M42	52	+6	90 (63)	-10...+20	70		60	+3				
M48	58		100 (79)		80		68					

Примечание. Фактические отклонения при бурении перфораторами с применением рабочего инструмента номинального диаметра не превышают указанных допускаемых величин.

Места установки болтов различают:

- методами геодезической разбивки; при этом рекомендуется оси оборудования и оси отверстий намечать керном по масляной краске;

- по шаблону (снятому с анкер-плана) или опорной части оборудования с использованием его в качестве кондуктора;

- путем предварительной установки оборудования с кернением мест расположения болтов через отверстия в станине.

Разметка отверстий должна проводиться в соответствии с размерами на чертежах.

При ударно-вращательном бурении электроперфораторами с применением спиральных сверл их хвостовики должны быть переточены под патрон механизированного инструмента (см. табл. 4.22). При этом рекомендуется применять сверла с пластинами из твердого сплава типа ВК6 и ВК15.

Для образования скважин диаметром более 60 мм пневмоперфораторами бурение может проводиться в два этапа. Сначала просверливается скважина диаметром 20...40 мм, а затем скважина требуемого диаметра. Ударно-вращательное бурение скважин в железобетоне с верхним армированием при необходимости может осуществляться с перерезкой арматуры с помощью кислородно-ацетиленовых резаков.

Установку болтов на клею, на цементных и цементно-песчаных смесях проводит строительная организация.

Конические болты с вибропогружением устанавливают в скважины, заполненные цементной или цементно-песчаной смесью, внедряя их механизированным инструментом ударно-вращательного действия, оснащенным специальным переходником для захвата резьбы болта, или вручную легким постукиванием молотком.

Конические болты с распорными втулками или разрезными цангами закрепляют в скважинах с помощью монтажных оправок, легким ударом слегка осаживая втулки или цанги на конусе (рис. 4.9). Так как эти болты являются самоанкерующимися и их расклинивание происходит в процессе затяжки, то при установке требуется обеспечить лишь первоначальное зацепление цанг.

Иногда болты этого типа устанавливают посредством дистанционных монтажных трубок *I*, расклинивая втулки или цанги завинчиванием гаек (рис. 4.10). Применение дистанционных трубок обеспечивает извлекаемость болтов. После расклинивания цанг болтов, установленных до монтажа оборудования (рис. 4.10, *а*), трубки снимают. Если станину оборудования подливают раствором, то трубки оставляют (рис. 4.10, *б*).

Болты с распорным конусом закрепляют в скважинах путем осаживания разрезной втулки на распорный конус механизированным инструментом ударного действия (рис. 4.11). При этом и верх втулки не должен выступать над поверхностью бетона.

Дюбель-втулку устанавливают в скважину в два этапа. Вначале опускают в нее распорную втулку, при необходимости осаживая ее с применением специальной оправки до тех пор, пока верх втулки не будет заподлицо с поверхностью фундамента. После этого во втулку монтируют конический элемент и расклинивают дюбель в скважине той же оправкой (рис. 4.12).

Установку анкерных распорных дюбелей осуществляют, как показано на рис. 4.13.

Глухие изогнутые болты (см. рис. 4.2, *б*) устанавливают в колодцы после предварительной выверки оборудования.

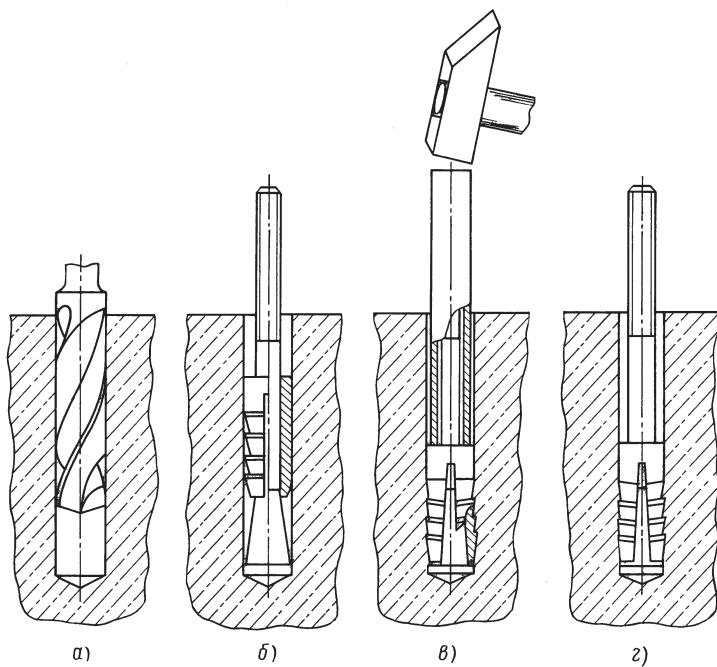


Рис. 4.9. Схемы установки конических болтов с расклиниванием цанг:

a — бурение скважин; *б* — установка болта; *в* — расклинивание болта монтажной оправкой; *г* — установленный болт

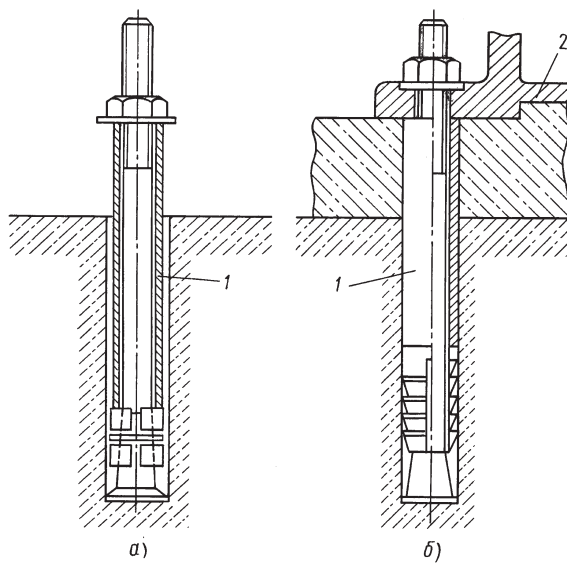


Рис. 4.10. Схема установки конических болтов с помощью монтажных трубок:

1 — монтажная трубка; *2* — станина оборудования

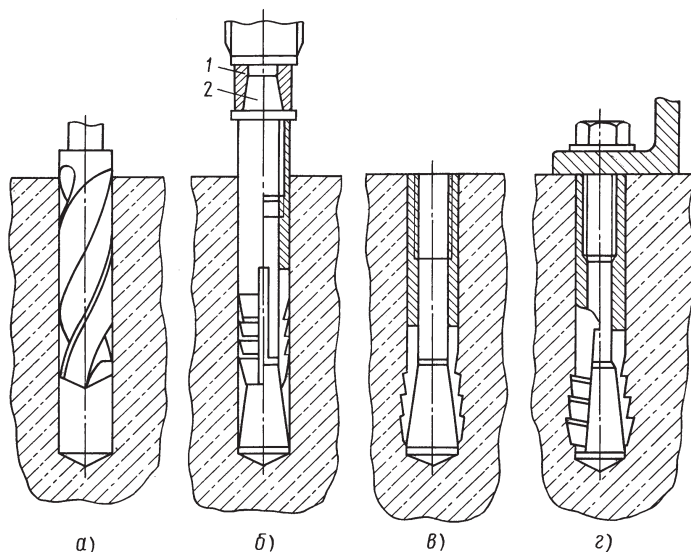


Рис. 4.11. Схемы установки болтов с распорным конусом:

а — бурение скважины; *б* — начало расклинивания; *в* — окончание расклинивания; *г* — закрепление оборудования; *1* — патрон механизированного инструмента; *2* — переходной конус

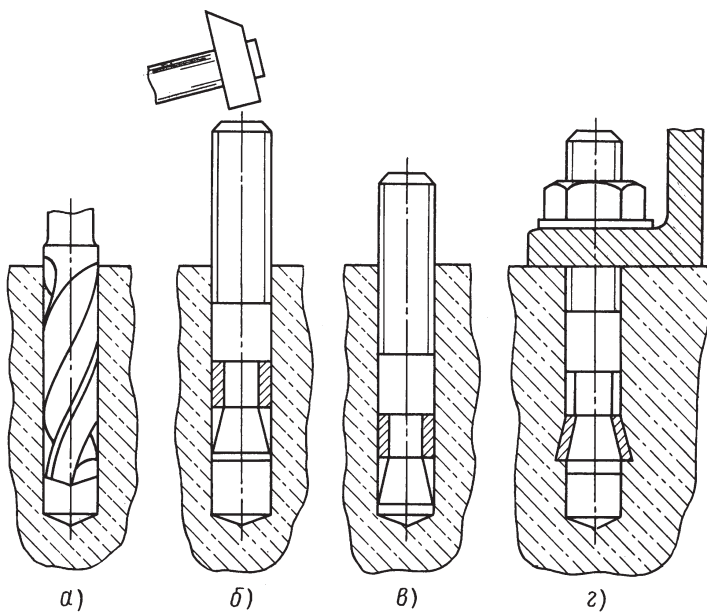


Рис. 4.12. Схемы установки дюбель-втулок:

а — бурение скважины; *б* — забивка втулки; *в* — расклинивание втулки конусом с применением оправки; *г* — установка болта

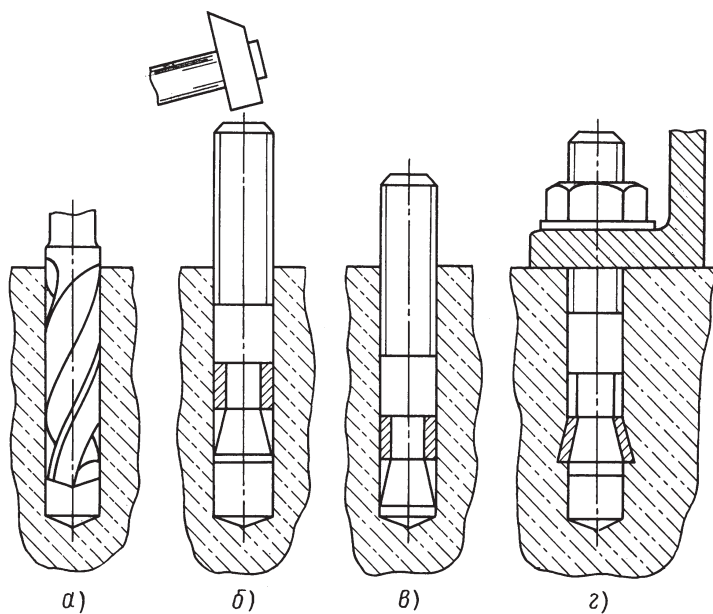


Рис. 4.13. Схемы установки анкерных распорных дюбелей:

а — бурение скважины; *б* — забивка дюбеля; *в* — установленный дюбель; *г* — расклинивание дюбеля при затяжке гайки

Глава 5

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОЧНОСТИ И ОСНОВЫ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ МОНТАЖЕ

5.1. Общие положения

Точность монтажа есть степень соответствия действительных значений параметров, получаемых при выполнении монтажных работ, значениям, заданным чертежами и техническими требованиями. Когда указанные требования относятся к линейным и угловым размерам, то говорят о точности геометрических параметров. Как правило, при монтаже технологического оборудования приходится иметь дело именно с этим видом точности.

Заданная точность монтажа достигается вследствие ее *метрологического и технологического обеспечения*.

Метрологическое обеспечение точности — установление и применение научных и организационных основ метрологии, технических средств, методов, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Технологическое обеспечение точности монтажа охватывает вопросы выбора технологии и методов достижения заданной точности, включая способы и средства регулировки, отработку оборудования на монтажную технологичность по критерию точности, в том числе выбор и предъявление требований к необходимому качеству изготовления выверочных (проверочных) и основных монтажных баз, назначение производственных монтажных допусков, требований к точности вспомогательных монтажных и действительных измерительных баз.

Точность изготовления, сборки и монтажа изделий характеризуется допусками и отклонениями их размеров,

формы и расположения поверхностей. Сравнивая действительные отклонения с допускаемыми, судят о качестве выполненных работ.

Поскольку основные технические требования и нормы точности устанавливают в машиностроении при конструировании оборудования, то используемые термины и определения параметров точности при его монтаже следует применять в соответствии с ГОСТ 25346–89 «Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений»; 24642–81 «Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения»; 24643–81 «Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения».

На характеристики точности отклонений расположения строительных конструкций распространяются термины и определения стандартов «Системы обеспечения точности геометрических параметров в строительстве» ГОСТ 21778–81; 21779–82; 21780–83; 23615–79; 23616–79 и 26607–85.

Номинальный размер — это размер, относительно которого определяются отклонения. Для сопрягаемых деталей номинальный размер является общим. Номинальный размер находят расчетами на прочность и жесткость, определяют из общих конструктивных соображений на основе опыта проектирования аналогичных изделий, а также исходя из совершенства геометрических форм и обеспечения технологичности конструкций.

Действительный размер — размер элемента, установленный измерением. Размер, определяемый путем измере-

ния, будут действительным только в том случае, если точность измерения и применяемые средства контроля соответствуют определенным требованиям.

Предельные размеры — два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться (или которым может быть равен) действительный размер. Один из предельных размеров наибольший, другой наименьший. Путем сравнения действительного размера с предельными судят о годности изделия.

Предельные размеры определяют проходной и непроходной пределы размера. Термин «проходной предел» относят к тому из двух предельных размеров, который соответствует максимальному количеству материала. Наибольший предельный размер вала и наименьший для отверстия будут проходными пределами. «Непроходной предел» — термин, применяемый к тому из двух предельных размеров, который соответствует минимальному количеству материала, а именно: нижнему предельному размеру для вала и верхнему предельному размеру для отверстия.

Положения допуска относительно номинального размера удобнее указывать не предельными размерами, а характеризующими их *предельными отклонениями*: верхним и нижним. Для этой цели вводят понятие «нулевая линия».

Нулевая линия — линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок.

Отклонения обозначаются прописными буквами латинского алфавита для отверстия и строчными для вала. Размеры, относящиеся к отверстию или валу, соответственно обозначают буквами D и d .

Верхнее отклонение — алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами: $ES = D_{\text{нб}} - D$ (для отверстия) и $es = d_{\text{нб}} - d$ (для вала).

Нижнее отклонение — алгебраическая разность между наименьшим предельным размером и номинальным: $EI = D_{\text{нм}} - D$ (для отверстия) и $ei = d_{\text{нм}} - d$ (для вала).

Допуск T — разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Если отклонения могут быть как положительными, так и отрицательными, то допуск T всегда положительная величина. Допуск T можно определить как абсолютную величину алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями: $T = ES - EI$ (для отверстия) и $T = es - ei$ (для вала). В Единой системе допусков и посадок (ЕСДП) допуск обозначают буквами IT и рядом ставят номер качества.

Поле допуска — поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Поле допуска определяется не только величиной, но и положением его относительно номинального размера.

Размеры разделяют на свободные и сопрягаемые. К сопрягаемым относят те размеры между поверхностями деталей, которыми детали соприкасаются, образуя подвижные или неподвижные соединения. К свободным относят те размеры между поверхностями деталей, которыми они не соприкасаются с другими деталями.

Изделия машиностроения изготавливают с применением ЕСДП, основанной на рекомендациях Международной организации по стандартизации (ИСО).

Системой допусков и посадок называют совокупность стандартизованных рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований. Градация значений допусков размеров устанавливается в виде набора единых рядов, называемых качествами. В ЕСДП 19 качеств: $IT01$; $IT0$; $IT1$, ..., $IT17$.

Отклонения формы и расположения. При монтаже в процессе выполнения пригоночных и рихтовочных операций;

выверке оборудования во избежание его деформаций под монтажными нагрузками; приемке оборудования в монтаж и его ревизии возникают задачи измерений и контроля отклонений формы поверхностей корпусов машин, агрегатов и их деталей, а при сборке и выверке оборудования — отклонений расположения узлов и агрегатов.

Отклонение формы — отклонение формы реального элемента от номинальной формы, оцениваемое наибольшим расстоянием точек реального элемента по нормали к прилегающему элементу. (Вместо прилегающего элемента допускается использовать в качестве базового элемента средний элемент.)

П р и м е ч а н и я.

1. Шероховатость поверхности не включается в отклонение формы. В обоснованных случаях допускается нормировать отклонение формы, в том числе шероховатость поверхности.

2. Волнистость включается в отклонение формы. В обоснованных случаях допускается нормировать отдельно волнистость поверхности или часть отклонения формы без учета волнистости.

3. Особым случаем оценки отклонения формы является отклонение от прямолинейности оси.

Отклонения расположения — отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения.

П р и м е ч а н и я.

1. Отклонения расположения дополнительно могут подразделяться на отклонения месторасположения и отклонения ориентации.

Отклонение месторасположения — отклонение от номинального расположения, определяемого номинальными линейными или линейными и угловыми размерами (отклонения от соосности, симметричности, пересечения осей, позиционные отклонения).

Отклонение ориентации — отклонение от номинального расположения,

определяемого номинальным угловым размером (отклонения от параллельности и перпендикулярности, отклонение наклона).

2. Количественно отклонения расположения оцениваются в соответствии с определениями, приведенными в п. 5.3.

3. При оценке отклонении расположения отклонения формы рассматриваемых элементов и баз должны исключаться из рассмотрения. При этом реальные поверхности (профили) заменяются прилегающими, а за оси, плоскости симметрии и центры реальных поверхностей принимаются оси, плоскости симметрии и центры прилегающих элементов.

Реальная поверхность по ГОСТ 25142–82 — поверхность, огранивающая тело и отделяющая его окружающей среды.

Номинальная поверхность — идеальная поверхность, размеры и форма которой соответствуют заданным номинальным размерам и номинальной форме.

Реальная ось — геометрическое место центров сечений поверхности вращения, перпендикулярных к оси прилегающей поверхности.

П р и м е ч а н и е. За центр сечения принимается центр прилегающей окружности.

Элемент — обобщенный термин, под которым в зависимости от условий может пониматься поверхность (часть поверхности, плоскость симметрии нескольких поверхностей), линия (профиль поверхности, линия пересечения двух поверхностей, ось поверхности или сечения), точка (точка пересечения поверхности или линий, центр окружности или сферы).

Кроме того, могут применяться обобщенные термины: номинальный элемент, реальный элемент, базовый элемент, прилегающий элемент, средний элемент и т.п.

Прилегающая прямая — прямая, соприкасающаяся с реальным профилем и

расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реального профиля в пределах нормируемого участка имело минимальное значение (рис. 5.1, а).

Прилегающая окружность — окружность минимального диаметра, описанная вокруг реального профиля наружной поверхности вращения, или окружность максимального диаметра, вписанная в реальный профиль внутренней поверхности вращения (рис. 5.1, б).

Примечание. В тех случаях, когда расположение прилегающей окружности относительно реального профиля неоднозначно, оно принимается по условию минимального значения отклонения.

Допуск формы — наибольшее допускаемое значение отклонения формы.

Поле допуска формы — область в пространстве или на плоскости, внутри которой должны находиться все точки реального рассматриваемого элемента в

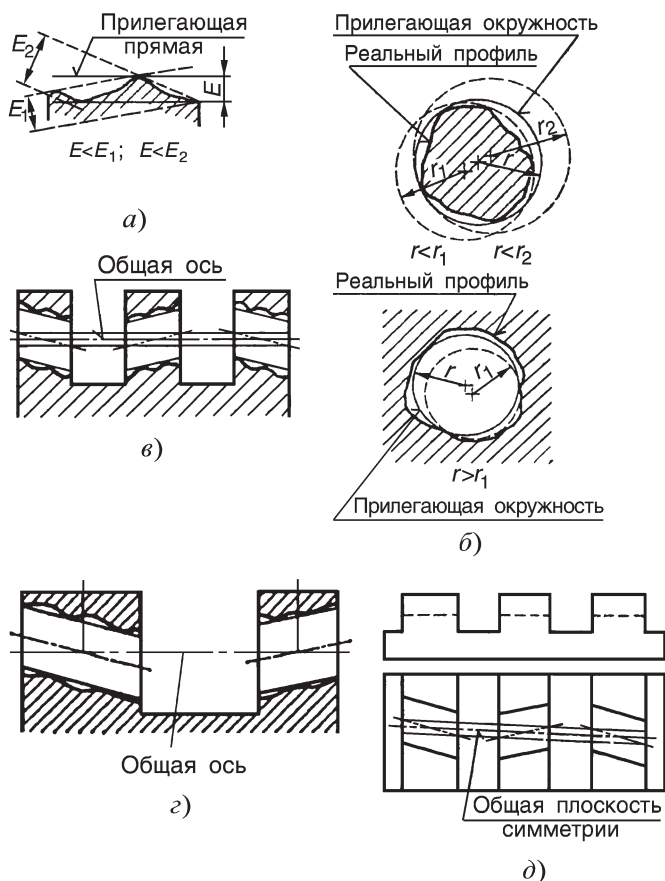


Рис. 5.1. Элементы, используемые при определении отклонений формы и расположения:

а — прилегающая прямая (E , E_1 , E_2 — отклонения наиболее удаленной точки реального профиля от касательной прямой); б — прилегающая окружность (r , r_1 , r_2 — радиусы окружностей, описанных вокруг реального профиля и вписанных в него); в — общая ось поверхностей; д — общая ось двух поверхностей; д — плоскость симметрии

пределах нормируемого участка и ширина или диаметр которого определяется значением допуска, а расположение относительного элемента — прилегающим элементом.

Суммарный допуск формы и расположения — предел, ограничивающий допускаемое значение суммарного отклонения формы и расположения.

Номинальное расположение — расположение рассматриваемого элемента (поверхности или профиля), определяемое номинальными линейными и угловыми размерами между ним и базами или между рассматриваемыми элементами, если базы не заданы.

Номинальное расположение определяется непосредственно изображением детали на чертеже без числового значения номинального размера между элементами, когда:

1) номинальный линейный размер равен нулю (требования соосности, симметричности, совмещения элементов в одной плоскости);

2) номинальный угловой размер равен 0 или 180° (требование параллельности);

3) номинальный угловой размер равен 90° (требование перпендикулярности)

Реальное расположение — расположение элемента (поверхности или профиля), определяемое действительными линейными и угловыми размерами между ним и базами или между элементами, если базы не заданы.

Для двух поверхностей общей осью является прямая, проходящая через оси рассматриваемых поверхностей в их средних сечениях (рис. 5.1, *з*)

Общая плоскость симметрии — плоскость, относительно которой наибольшее отклонение плоскостей симметрии нескольких рассматриваемых элементов в пределах длины этих элементов имеет минимальное значение (рис. 5.1, *д*)

Среди отклонений расположения различают отклонения от параллельности

(плоскостей, прямых в плоскости, осей в пространстве, оси и плоскости); торцовое и радиальное биения отклонения от перпендикулярности (плоскостей, осей или оси и плоскости), от соосности (относительно базовой поверхности, общей оси), от пересечения осей, от симметричности осей относительно номинального расположения, а также отклонения размеров, координирующих положение осей и вторяющихся элементов.

При монтаже оборудования встречаются случаи контроля всех видов отклонений. Наиболее часто проверяют отклонения расположения оборудования относительно координатных, базовых осей и плоскостей (горизонтальной и вертикальной).

Основные термины и определения, характеризующие отклонения и допуски формы, приведены в табл. 5.1, а характеризующие отклонения и допуски расположения — в табл. 5.2.

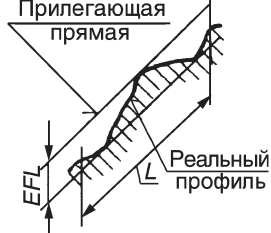
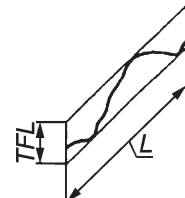
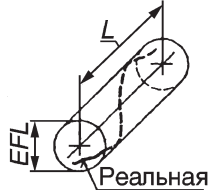
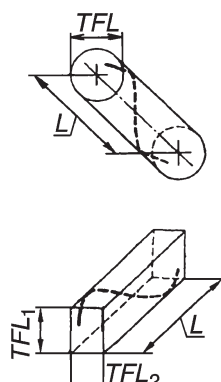
Правила указания допусков формы и расположения на чертежах устанавливает ГОСТ 2.308–79 (табл. 5.3).

Отклонения расположения, относящиеся к различным узлам в монтажных чертежах, обычно указывают в виде текстовой записи на свободном поле чертежа.

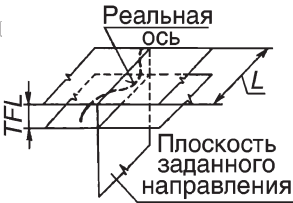
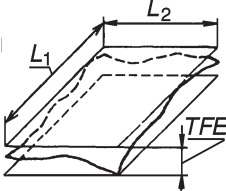
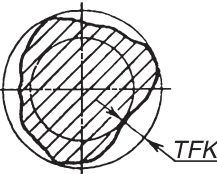
Условные обозначения и допуски формы и расположения помещают в прямоугольных рамках, которые соединяют выносной линией со стрелкой с контурной линией поверхности или с размерной линией параметра, или с осью симметрии, если отклонение относится к общей оси.

Прямоугольные рамки делят на две или три части: в первой указывают знак допуска, во второй — значение предельного отклонения. Третья часть рамки вводится тогда, когда нужно показать еще буквенное обозначение базовой или другой поверхности, к которой относится допуск, или какое-либо еще необходимое обозначение. Зависимый допуск обозначается буквой *М* в кружке и указывается в прямоугольной рамке рядом с величиной допускаемого отклонения.

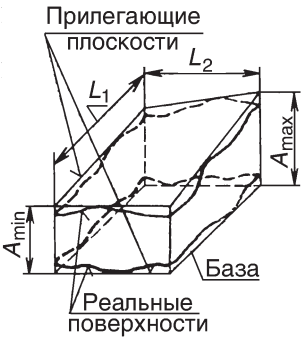
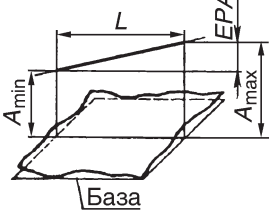
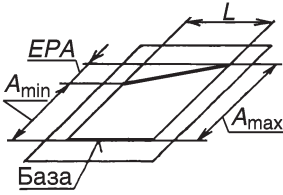
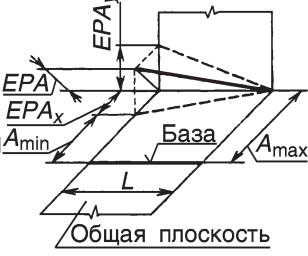
5.1. Отклонения и допуски формы

Термины, определения, обозначения	Эскизы
Отклонение от прямолинейности EFL и допуск прямолинейности TFL	
Отклонение от прямолинейности в плоскости — наибольшее расстояние EFL от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка	 L — длина нормируемого участка
Допуск прямолинейности — наибольшее допускаемое значение отклонения от прямолинейности	—
Поле допуска прямолинейности — область на плоскости, ограниченная двумя параллельными прямыми, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску прямолинейности TFL	
Отклонение от прямолинейности оси (или линии) в пространстве — наименьшее значение диаметра EFL цилиндра, внутри которого располагается реальная ось поверхности вращения (линия) в пределах нормируемого участка	
Поля допуска прямолинейности оси (или линии) в пространстве: 1 — область в пространстве, ограниченная цилиндром, диаметр которого равен допуску прямолинейности TFL; 2 — область в пространстве, ограниченная прямоугольным параллелепипедом, стороны сечения которого равны допускам прямолинейности оси (линии) в двух взаимно-перпендикулярных направлениях TFL_1 и TFL_2 , а боковые грани соответственно перпендикулярны к плоскостям заданных направлений;	

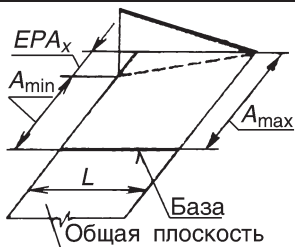
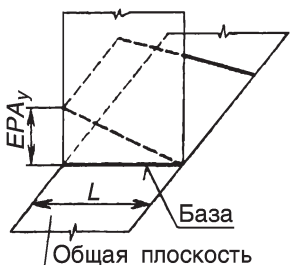
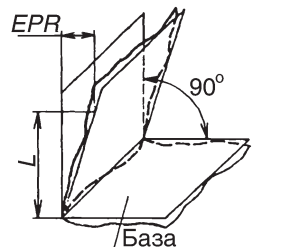
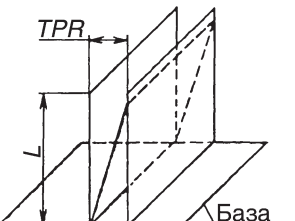
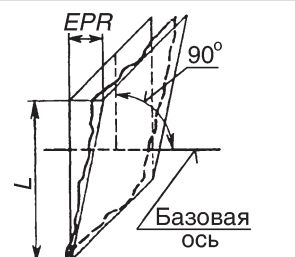
Окончание табл. 5.1

Термины, определения, обозначения	Эскизы
3 — область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску прямолинейности оси (или линии) TFL, и перпендикулярными к плоскости заданного направления	
Отклонение от прямолинейности EFE и допуск прямолинейности TFE	
Отклонение от плоскостности — наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка Допуск плоскостности — наибольшее допускаемое значение отклонения от плоскостности	 L_1, L_2 — длина нормируемых участков
Поле допуска плоскостности — область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску плоскостности TFE	
Отклонение от круглости EFK и допуск круглости TFK	
Отклонение от круглости — наибольшее расстояние EFK от точек реального профиля до прилегающей окружности Допуск круглости — наибольшее допускаемое значение отклонения от круглости	
Поле допуска круглости — область на поверхности, перпендикулярной к оси поверхности вращения или проходящей через центр сферы, ограниченная двумя концентрическими окружностями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску круглости TFK	

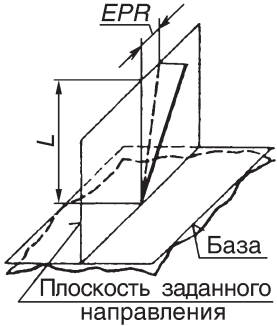
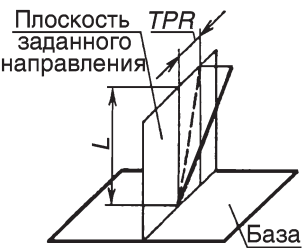
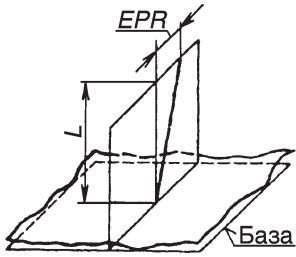
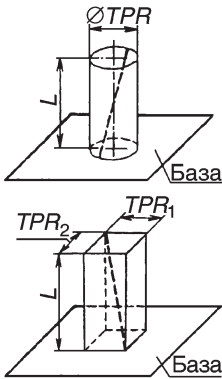
5.2. Отклонения и допуски расположения

Термины, определения, обозначения	Эскизы
Отклонение от параллельности ЕРА и допуск параллельности ТРА	
Отклонение от параллельности плоскостей — разность ЕРА, наибольшего и наименьшего расстояний между плоскостями в пределах нормируемого участка: $\text{ЕРА} = A_{\max} - A_{\min},$ где $A_{\max}$, $A_{\min}$ — наибольшее и наименьшее расстояния между элементами	
Допуск параллельности — наибольшее допускаемое значение отклонения от параллельности	—
Отклонение от параллельности оси (или прямой) и плоскости — разность ЕРА (формула) наибольшего и наименьшего расстояний между осью (прямой) и плоскостью на длине нормируемого участка: $\text{ЕРА} = A_{\max} - A_{\min}$	
Отклонение от параллельности прямых в плоскости — разность ЕРА, наибольшего и наименьшего расстояний между прямыми на длине нормируемого участка: $\text{ЕРА} = A_{\max} - A_{\min}$	
Отклонение от параллельности осей (или прямых) в пространстве — геометрическая сумма ЕРА отклонений от параллельности проекций осей (прямых) в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях; одна из этих плоскостей является общей плоскостью: $\text{ЕРА}_x = A_{\max} - A_{\min};$ $\text{ЕРА} = \sqrt{\text{ЕРА}_x^2 + \text{ЕРА}_y^2}$	

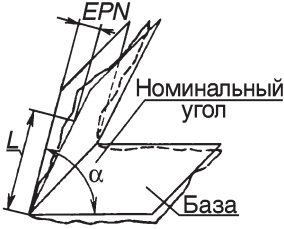
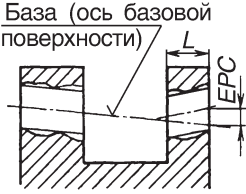
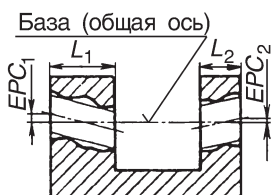
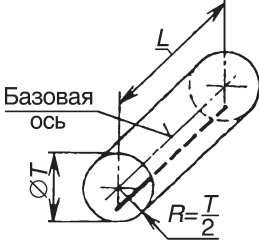
Продолжение табл. 5.2

Термины, определения, обозначения	Эскизы
Отклонение от параллельности осей (или прямых) в общей плоскости — отклонение от параллельности (формула) проекций осей (прямых) на их общую плоскость: $EPA_x = A_{\max} - A_{\min}$	
Перекос осей (или прямых) EPA_y — отклонение от параллельности проекций осей (прямых) на плоскость, перпендикулярную к общей плоскости осей и проходящую через одну из осей (- базовую)	
Отклонение от перпендикулярности EPR и допуск перпендикулярности TPR	
Отклонение от перпендикулярности плоскостей — отклонение от угла между плоскостями от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах EPR на длине нормируемого участка Допуск перпендикулярности — наибольшее допускаемое значение отклонения от перпендикулярности	
Поле допуска перпендикулярности плоскостей — область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску перпендикулярности TPR, и перпендикулярными базовой плоскости	
Отклонение от перпендикулярности плоскости или оси (или прямой) относительно оси (прямой) — отклонение угла между плоскостью или осью (или прямой) и базовой осью от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах EPR на длине нормируемого участка	

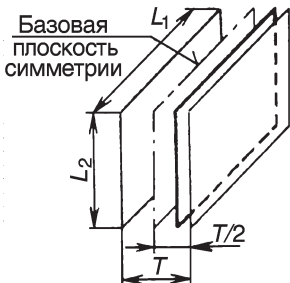
Продолжение табл. 5.2

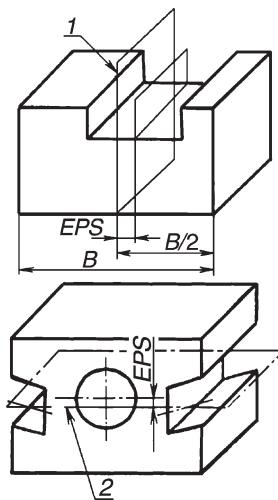
Термины, определения, обозначения	Эскизы
Отклонение от перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости в заданном направлении — отклонение угла между проекцией оси поверхности вращения (прямой) на плоскость заданного направления (перпендикулярную к базовой плоскостью) и базовой плоскостью от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах EPR на длине нормируемого участка	
Поле допуска перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости в заданном направлении — область на плоскости заданного направления, ограниченная двумя параллельными прямыми, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску перпендикулярности TPR и перпендикулярности к базовой плоскости	
Отклонение от перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости — отклонение угла между осью поверхности вращения (прямой) и базовой плоскостью от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах EPR на длине нормируемого участка	
Поле допуска перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости: 1 — область в пространстве, ограниченная цилиндром, диаметр которого равен допуску перпендикулярности TPR, а ось перпендикулярна к базовой плоскости; 2 — область в пространстве, ограниченная прямоугольным параллелепипедом, стороны сечения которого равны допускам перпендикулярности оси (прямой) в двух заданных взаимно-перпендикулярных направлениях TPR_1 и TPR_2, боковые грани перпендикулярны к базовой плоскости и плоскостям заданных направлений	

Продолжение табл. 5.2

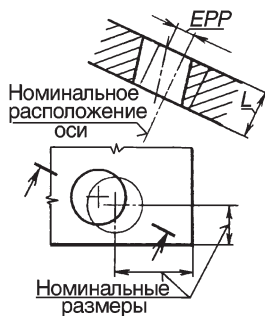
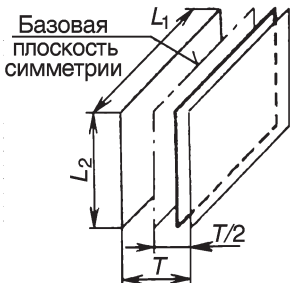
Термины, определения, обозначения	Эскизы
Отклонение EPN и допуск наклона TPN (термины, приведенные здесь, применяют при любых номинальных углах наклона, кроме 0, 90, 180°)	
Отклонение наклона плоскости относительно плоскости или оси (или прямой) — отклонение угла между плоскостью и базовой плоскостью или базовой осью (прямой) от номинального угла, выраженное в линейных единицах EPN на длине нормируемого участка Допуск наклона — наибольшее допускаемое значение отклонения наклона	
Отклонение от соосности EPC и допуск соосности TPC	
Отклонение от соосности — наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности вращения и базой (осью базовой поверхности или общей осью двух или нескольких поверхностей) на длине нормируемого участка	
Допуск соосности: 1 — допуск в диаметральном выражении — удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения от соосности; 2 — допуск в радиусном выражении — наибольшее допускаемое значение отклонения от соосности	
Поле допуска соосности — область в пространстве, ограниченная цилиндром, диаметр которого равен допуску соосности в диаметральном выражении T или удвоенному допуску соосности в радиусном выражении R, а ось совпадает с базовой осью	

Продолжение табл. 5.2

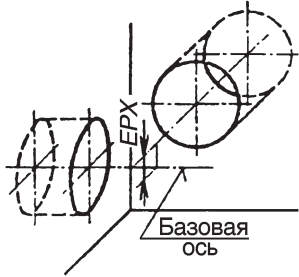
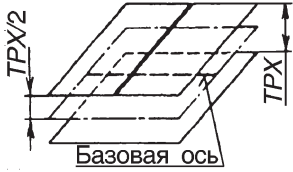
Термины, определения, обозначения	Эскизы
Отклонение от симметричности EPS и допуск симметричности TPS Отклонение от симметричности — наибольшее расстояние между плоскостью симметрии (осью) рассматриваемого элемента (или элементов) и базой (плоскостью симметрии базового элемента или нескольких элементов) в пределах нормируемого участка Допуск симметричности: 1 — допуск в диаметральной выражении — удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения от симметричности; 2 — допуск в радиусном выражении — наибольшее допускаемое значение отклонения от симметричности	
Поле допуска симметричности — область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску симметричности в диаметральной выражении T или удвоенному допуску симметричности в радиусном выражении $T/2$, и симметричная относительно базовой плоскости симметрии или базовой оси	 Базовая плоскость симметрии L_1 L_2 $T/2$ T
Позиционное отклонение EPP и позиционный допуск TRP Позиционное отклонение — наибольшее расстояние EPP между реальным расположением элемента (его центра, оси или плоскости симметрии) и его номинальным расположением в пределах нормируемого участка	



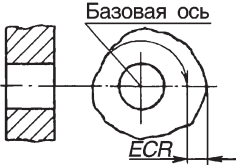
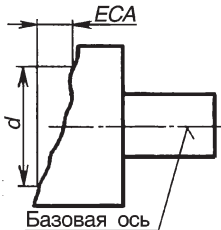
1 — база (плоскость симметрии базового элемента); 2 — база (общая плоскость симметрии); B — ширина детали



Окончание табл. 5.2

Термины, определения, обозначения	Эскизы
Позиционный допуск: 1 — допуск в диаметральном выражении — удвоенное наибольшее допускаемое значение позиционного отклонения элемента; 2 — допуск в радиусном выражении — наибольшее допускаемое значение позиционного отклонения элемента. (Позиционный допуск рекомендуется указывать в диаметральном выражении. Для нормирования положения элементов, их осей и плоскостей симметрии, кроме позиционных допусков, могут быть применены способы, основанные на указании предельных отклонений размеров, координирующих элементы)	—
Отклонение от пересечения EРХ и допуск пересечения осей ТРХ	
Отклонение от пересечения осей — наименьшее расстояние EРХ между осями, номинально пересекающимися	
Допуск пересечения осей: 1 — допуск в диаметральном выражении — удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения от пересечения осей; 2 — допуск в радиусном выражении — наибольшее допускаемое значение отклонения от пересечения осей	—
Поле допуска пересечения осей — область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску пересечения в диаметральном выражении ТРХ или удвоенному допуску пересечения в радиусном выражении ТРХ/2, и расположенными симметрично относительно базовой оси	

5.3. Суммарные отклонения и допуски формы и расположения

Термины, определения, обозначения	Эскизы
Радиальное ECR и торцевое ECA биения	
Радиальное биение — разность ECR наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной к базовой оси	
Торцевое биение — разность ECA наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной к базовой оси. Примечание. Торцевое биение определяется в сечении торцевой поверхности цилиндром заданного диаметра, соосным с базовой осью, а если диаметр не задан, то в сечении любого (в том числе и наибольшего) диаметра торцевой поверхности	

Если на чертеже большинство допусков расположения зависимы, то независимые допуски обозначаются буквой *S* в кружке рядом с величиной отклонения.

Условные обозначения на чертежах допусков формы и расположения поверхностей приведены в табл. 5.4.

Указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей (по ГОСТ 2.308—79 в ред. 2000 г.)

1. Допуски формы и расположения обозначают на чертеже знаком (графическим символом) согласно табл. 5.4. Для допусков формы и расположения поверхностей, не предусмотренных табл. 5.4, вид допуска может быть указан текстом в технических требованиях.

2. Если допуск формы или расположения указывают текстом, то соответствующий текст должен содержать:

- вид допуска;
- указание поверхности или другого элемента, для которого задается допуск

(для этого используют буквенное обозначение поверхности или конструктивное наименование, определяющее поверхность);

— числовое значение допуска дается в миллиметрах;

— для допусков расположения и суммарных допусков формы и расположения дополнительно указывают базы, относительно которых задается допуск, и оговаривают зависимые допуски расположения или формы.

3. Суммарные допуски формы и расположения, для которых не установлены отдельные графические знаки, обозначают знаками составных допусков в такой последовательности:

- знак допуска расположения;
- знак допуска формы.

Например, суммарные допуски параллельности и плоскостности обозначают согласно рис. 5.2, *а*; перпендикулярности и плоскостности — согласно рис. 5.2, *б*; наклона и плоскостности — согласно рис. 5.2, *в*.

5.4. Знаки (графические символы) видов допусков формы и расположения поверхностей

Группа допусков	Вид допуска	Знак	Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуски формы	Допуск прямолинейности	—	Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения	
	Допуск плоскостности			Допуск торцового биения	
	Допуск круглости			Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск цилиндричности			Допуск полного радиального биения	
	Допуск профиля продольного сечения	==		Допуск полного торцового биения	
Допуск расположения	Допуск параллельности			Допуск формы заданного профиля	
	Допуск перпендикулярности			Допуск формы заданной поверхности	
	Допуск наклона				
	Допуск соосности				
	Допуск симметричности				
	Позиционный допуск				
	Допуск пересечения осей				

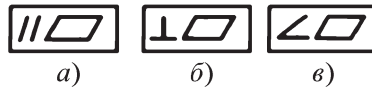


Рис. 5.2

4. При необходимости нормирования допусков формы и расположения, не указанных на чертеже числовыми значениями и не ограничиваемых другими указанными в чертеже допусками формы и расположения, в технических требованиях чертежа должна быть приведена общая запись о неуказанных допусках формы и расположения со ссылкой на ГОСТ 30893.2—2002 или другие документы, устанавливающие неуказанные допуски формы и расположения.

Нанесение обозначений допусков

1. Знак и числовое значение допуска или обозначение базы вписывают в рамку допуска, разделенную на две или более частей, в следующем порядке (слева направо):

в первой части — знак допуска согласно табл. 5.4;

во второй — числовое значение допуска в миллиметрах (рис. 5.3);

в третьей и последующих — буквенное обозначение базы (баз) согласно пп. 5 и 7 раздела «Обозначение баз» (рис. 5.4).

2. Рамки допуска вычерчивают сплошными тонкими линиями. Высота цифр, букв и знаков, вписываемых в рамки, должна быть равна размеру шрифта размерных чисел.

Рамку допуска выполняют предпочтительно в горизонтальном положении, в необходимых случаях допускается изображать ее вертикально так, чтобы данные читались с правой стороны чертежа.

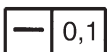


Рис. 5.3

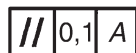


Рис. 5.4

Пересекать рамку допуска какими-либо линиями не допускается.

3. Рамку допуска соединяют при помощи линии, оканчивающейся стрелкой, с контурной или выносной линией, продолжающей контурную линию элемента, ограниченного допуском (рис. 5.5).

Соединительная линия может быть прямой (рис. 5.6, а—ж) или ломаной (рис. 5.6, з—л), однако конец линии, оканчивающейся стрелкой, должен быть обращен к контурной (выносной) линии элемента, ограниченного допуском в направлении измерения отклонения.

В случаях, когда это оправдано удобствами выполнения чертежа, допускается:

— начинать соединительную линию от второй (задней) части рамки допуска (рис. 5.7, а);

— заканчивать соединительную линию стрелкой на выносной линии, продолжающей контурную линию элемента, и со стороны материала детали (рис. 5.7, б).

Если допуск относится к поверхности или ее профилю (линии), а не к оси элемента, то стрелку располагают на достаточном расстоянии от конца размерной линии (стрелки).

4. Если допуск относится к оси или плоскости симметрии определенного элемента, то конец соединительной линии должен совпадать с продолжением размерной линии соответствующего размера (рис. 5.8, а, б).

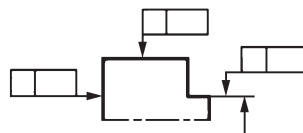


Рис. 5.5

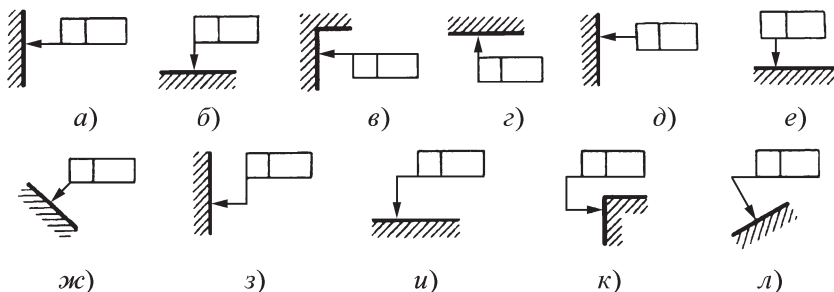


Рис. 5.6



Рис. 5.7

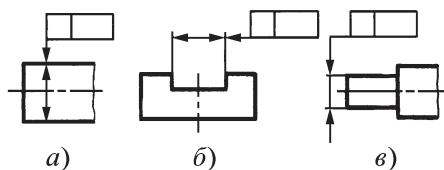


Рис. 5.8

В случае недостатка места на чертеже стрелку размерной линии можно заменить стрелкой выносной линии (рис. 5.8, в).

Если размер элемента уже указан один раз на других размерных линиях данного элемента, используемых для условного обозначения допуска формы или расположения, то он больше не указывается. Размерную линию без размера следует рассматривать как составную часть этого условного обозначения.

Если допуск относится к боковой поверхности резьбы, то рамку допуска соединяют в соответствии с рис. 5.9, а

Если допуск относится к оси резьбы, то рамку допуска соединяют в соответствии с рис. 5.9, б.

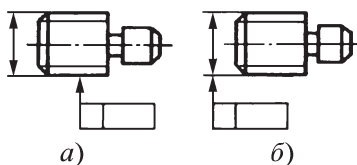


Рис. 5.9

5. Если допуск относится к общей оси или к плоскости симметрии и если из чертежа ясно, для каких элементов данная ось (плоскость) является общей, то соединительную линию проводят к общей оси (рис. 5.10).

6. Перед числовым значением допуска необходимо вписывать:

символ $\varnothing$, если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают диаметром (рис. 5.11, а);

символ R, если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают радиусом (рис. 5.11, б);

символ T, если поле допуска симметричности, пересечения осей, позиционный допуск ограничены двумя парал-

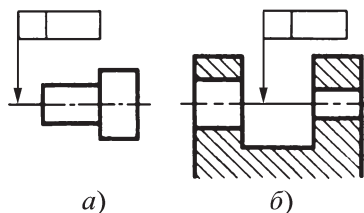


Рис. 5.10

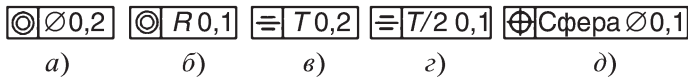


Рис. 5.11

тельными прямыми или плоскостями в диаметральной выражении (рис. 5.11, в);

символ $T/2$ (те же поля допусков, что и для символа T) в радиусном выражении (рис. 5.11, г);

слово «Сфера», если поле допуска шаровое (рис. 5.11, д).

7. Числовое значение допуска действительно для всей поверхности или длины элемента, если не задан нормируемый участок.

Если допуск относится к любому участку поверхности заданной длины (или площади), то заданную длину (или площадь) указывают рядом с допуском и отделяют от него наклонной линией (рис. 5.12, а, б), которая не должна касаться рамки.

Если необходимо назначить допуск на всей длине поверхности и на заданной длине, то допуск на последней указывают под допуском на всей длине (рис. 5.12, в).

8. Если допуск должен относиться к участку, расположенному в определенном месте элемента, то этот участок обознача-

ют штрихпунктирной линией, ограничив ее размерами согласно рис. 5.13.

9. Если необходимо задать выступающее поле допуска расположения, то после числового значения допуска указывают символ $\textcircled{P}$.

Контур выступающей части нормируемого элемента ограничивают тонкой сплошной линией, а длину и расположение выступающего поля допуска — размерами (рис. 5.14, а, б).

10. Надписи, дополняющие данные, вписываются над рамкой, под ней или как показано на рис. 5.15.

11. Если необходимо задать для одного элемента два разных вида допуска, то допускается рамки допуска объединять и располагать их согласно рис. 5.16 (верхнее изображение).

Если для поверхности требуется указать одновременно условное обозначение допуска формы или расположения и ее буквенное обозначение, используемое для нормирования другого допуска,

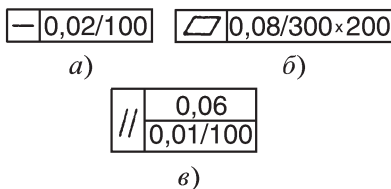


Рис. 5.12

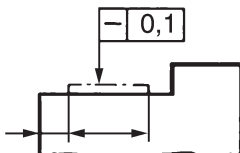


Рис. 5.13

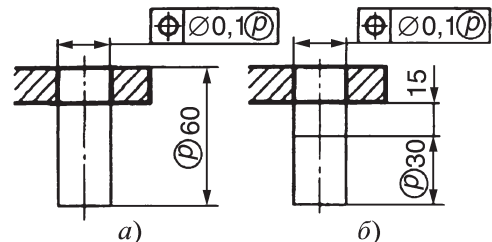


Рис. 5.14

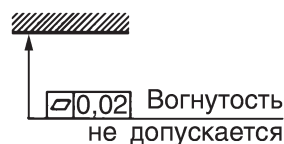


Рис. 5.15

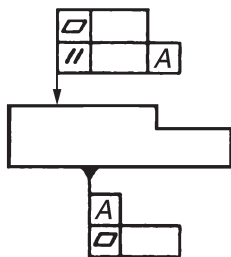


Рис. 5.16

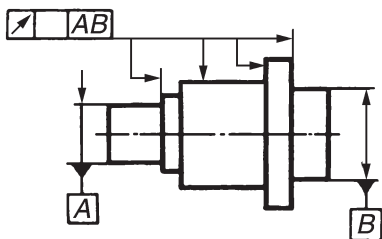


Рис. 5.17

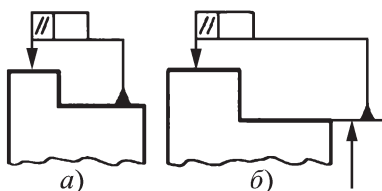


Рис. 5.18

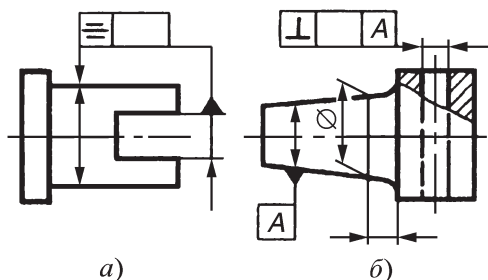


Рис. 5.19

то рамки с обоими условными обозначениями допусков допускается располагать рядом на одной соединительной линии (рис. 5.16, нижнее изображение).

12. Повторяющиеся одинаковые или разные виды допусков, обозначаемые одним и тем же знаком, имеющие то же числовое значение и относящиеся к одним и тем же базам, указывают один раз в рамке, от которой отходит одна соединительная линия, разветвляемая затем ко всем нормируемым элементам (рис. 5.17).

Обозначение баз

1. Базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют при помощи соединительной линии с рамкой (рис. 5.18, а).

При выполнении чертежей компьютером допускается треугольник, обозначающий базу, не зачернять.

Треугольник, обозначающий базу, должен быть равносторонним с высотой, приблизительно равной размеру шрифта размерных чисел.

2. Если базой является поверхность или ее профиль, то основание треугольника располагают на контурной линии поверхности (рис. 5.18, а) или на ее продолжении. При этом соединительная линия не должна быть продолжением размерной линии (рис. 5.18, б).

Если базой является ось или плоскость симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии (см. рис. 5.17). В случае недостатка места стрелку размерной линии допускается заменять треугольником, обозначающим базу (рис. 5.19, а).

Если размер элемента уже указан один раз, то на других размерных линиях данного элемента, используемых для условного обозначения базы, его не указывают. Размерную линию без размера следует рассматривать как составную часть условного обозначения базы (рис. 5.19, б).

3. Если базой является общая ось или плоскость симметрии и если из чертежа

ясно, для каких поверхностей ось (плоскость симметрии) является общей, то треугольник располагают на оси (рис. 5.20).

4. Если базой является только часть или определенное место элемента, то ее расположение обозначают штрихпунктирной линией и ограничивают размерами согласно рис. 5.21 *а, б*.

Если базой является ось центровых отверстий, то рядом с обозначением базовой оси делают надпись «Ось центров» (рис. 5.21, *в*).

Допускается обозначать базовую ось центровых отверстий в соответствии с рис. 5.21, *г*.

5. Если два или несколько элементов образуют объединенную базу и их последовательность не имеет значения (например, они имеют общую ось или плоскость симметрии), то каждый элемент обозначают самостоятельно и все буквы вписывают подряд в третью часть рамки (рис. 5.21, *б* и 5.22, *а*).

6. Если необходимо задать допуск расположения относительно комплекта баз, то буквенные обозначения баз вписывают в самостоятельные части

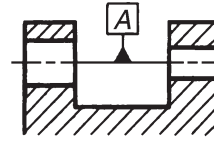


Рис. 5.20

(третью и далее) рамки. В этом случае базы записывают в порядке убывания числа степеней свободы, лишаемых ими (рис. 5.22, *б*).

7. Если назначают допуск расположения для двух одинаковых элементов и нет необходимости или возможности (у симметричной детали) различать элементы и выбирать один из них за базу, то вместо зачерненного треугольника применяют стрелку (рис. 5.23, *а, б*).

В тестовой части даются краткое наименование заданного отклонения и буквенное обозначение или наименование параметра (например, поверхность), для которого задаются отклонение и его числовая величина. Если допускаемое отклонение относится к расположению поверхностей, то показываются еще и базы, относительно которых за-

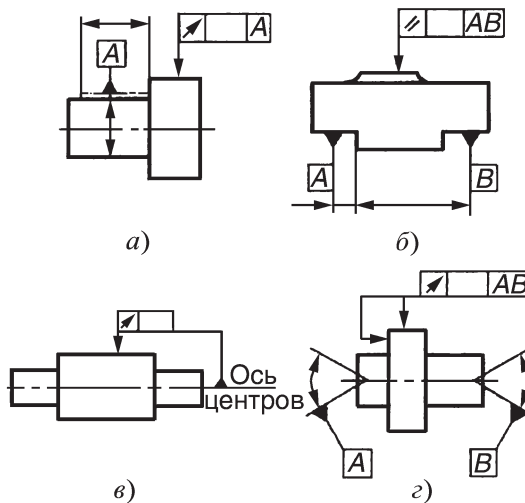


Рис. 5.21

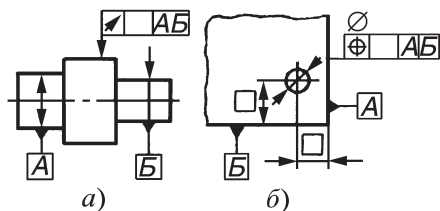


Рис. 5.22

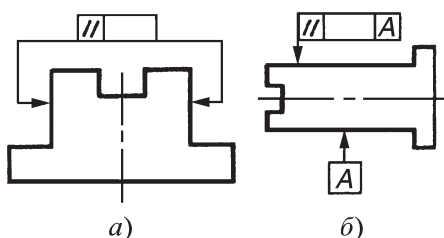


Рис. 5.23

дано отклонение. В этом случае базой могут быть поверхность, линия, общая ось, плоскость симметрии и др.

Преимущественно в качестве баз должны использоваться реальные поверхности деталей, свободные для контроля.

Для каждого вида допусков формы и расположения поверхностей по ГОСТ 24642–81 установлено 16 степеней точности. Отклонения формы и расположения поверхностей принято обозначать буквой греческого алфавита «дельта» Δ , а допуск и поле допуска формы и расположения — буквой латинского алфавита T .

Нормирование точности в строительстве имеет определенные особенности. На проектирование зданий и сооружений, изготовление и сборку их элементов, выполнение разбивочных работ для строительства и монтажа технологического оборудования распространяются стандарты «Системы обеспечения точности геометрических параметров в строительстве» (СОТГПС).

Стандарты этой системы устанавливают принципы нормирования, номен-

клатуру и значения технологических допусков геометрических параметров.

Для линейных размеров использованы те же принципы построения допусков, однако значения допусков разделены на девять классов точности. Точность формы поверхности в этой системе характеризуют допусками прямолинейности и плоскостности, а также отклонениями от прямолинейности и плоскостности. При этом отклонения могут отсчитываться не только от прилегающего элемента (прямой или плоскости), но и от условного элемента, проходящего через три крайние точки реальной поверхности.

Для допусков прямолинейности установлено девять классов точности. Точность взаимного расположения поверхностей элементов также регламентирована девятью классами точности на допуски перпендикулярности.

В СОТГПС отдельно установлена точность выполнения разбивочных работ, которая характеризуется допусками Δx и предельными отклонениями (δx_{sup} — верхнее отклонение и δx_{inf} — нижнее отклонение) разбивки точек и осей в плане, а также их передачи по вертикали, допусками створности и предельными отклонениями от створности, допусками и предельными отклонениями разбивки и передачи высотных отметок, допусками и предельными отклонениями от перпендикулярности осей. Схемы нормирования допусков Δx и отклонений δx при разбивочных работах показаны на рис. 5.24. Допуски разбивочных работ регламентированы ГОСТ 21779–82 для шести классов точности.

В СОТГПС точность выполнения строительных и монтажных работ при возведении зданий, сооружений и их элементов характеризуется допусками Δx и отклонениями δx , совмещения ориентиров (рис. 5.25) и симметричности установки элементов, а также их отклонениями от совмещения и симметричности (рис. 5.26). Под ориентирами по-

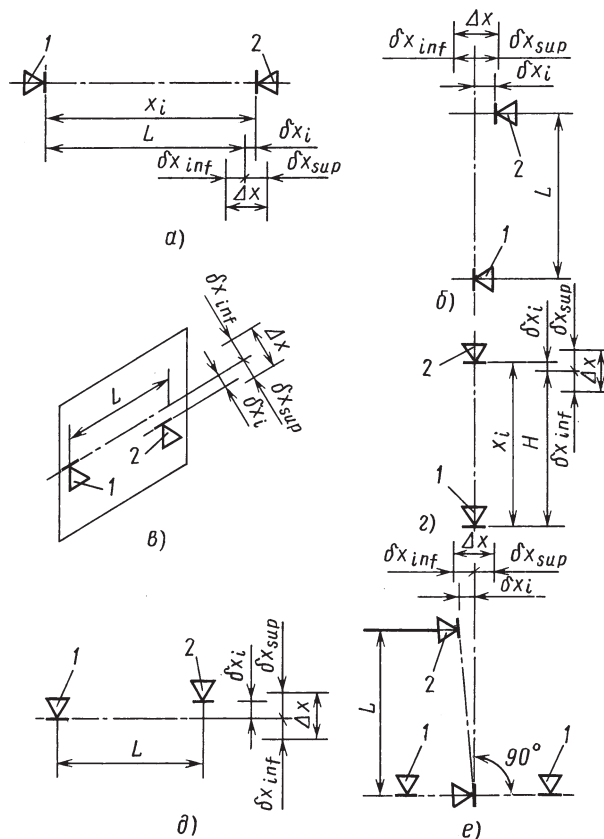


Рис. 5.24. Допуски Δx и отклонения δx при нормировании точности разбивочных работ:

a — для разбивки точек и осей в плане; *б* — для передачи точек и осей по вертикали; *в* — для створности точек; *г* — для высотных отметок; *д* — для передачи высоких отметок; *е* — для перпендикулярных осей; 1 — ориентир, принимаемый за начало отсчета; 2 — ориентир, устанавливаемый в результате передачи

нимают поверхности, точки, оси, линии, риски и т.п.; допуски разбиты на шесть классов точности.

5.2. Метрологическое обеспечение точности

При метрологическом обеспечении точности достигаются:

- повышение качества изделий монтажного производства, эффективности управления и технического уровня производственных процессов;

- взаимозаменяемость, улучшение качества приемочного контроля и его достоверности, создания условий для развития специализации производства; повышение эффективности испытаний;

- достоверность учета и эффективности использования материальных ценностей и энергетических ресурсов;

- повышение эффективности мероприятий по нормированию и контролю условий труда, охране окружающей среды.

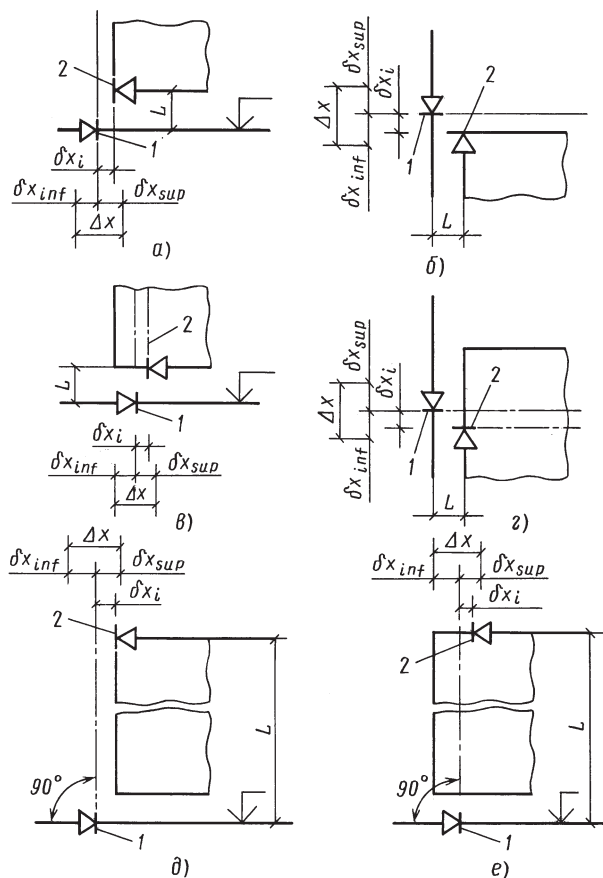


Рис. 5.25. Допуски совмещения Δx и отклонения δx_i от совмещения ориентиров при установке:

a — поверхности элемента в плане; *б* — то же, по высоте; *в* — заданной оси элемента в плане; *г* — оси элемента по высоте; *д* — угловой точки элемента в плане относительно заданной оси; *е* — оси элемента в плане относительно заданной оси; 1 — ориентир, принимаемый за начало отсчета; 2 — ориентир устанавливаемого элемента

Метрология — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Измерение — нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. Значение величины, полученное в результате измерения, выражают через число, показывающее, сколько раз единица измерения содержится в измеряемой величине.

Для того чтобы можно было сравнить или оценить результаты измерений каких-либо параметров изделий, их значение должно быть выражено в одних и тех же единицах, а результаты измерений, иногда выполняемых в различных условиях, должны быть достаточно точными.

Значение физической величины — оценка физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц. Различают истинное и действительное значения физической величины.

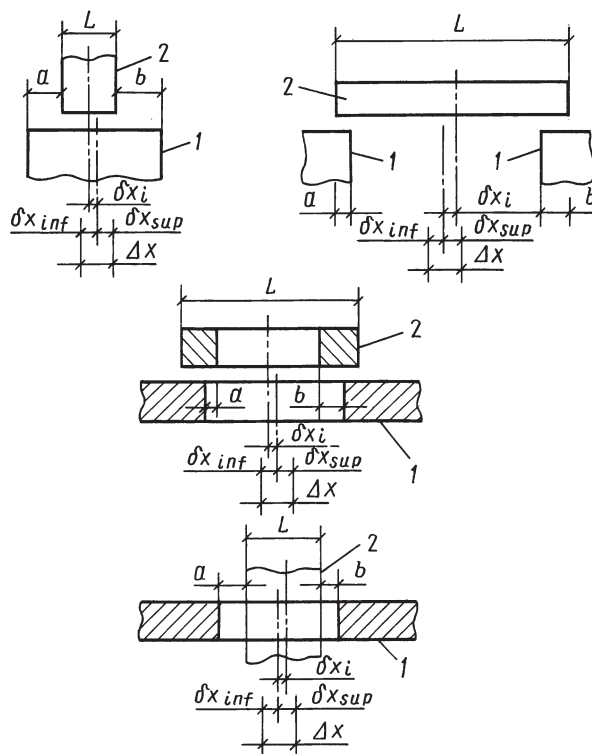


Рис. 5.26. Допуски симметричности Δx и отклонения Δx_i от симметричности $\left(\Delta x_i = \frac{a-b}{2}\right)$

установки элементов:

1 — установленный элемент; 2 — устанавливаемый элемент

Истинное значение физической величины — значение, которое идеальным образом отражает в качественном и количественном отношении соответствующее свойство объекта.

Действительное значение физической величины — значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него. В технике за действительный размер принимают не всякий результат его измерения, а только значение измерения, погрешность которого не более допускаемой.

Единица физической величины — физическая величина, которой по определению дано числовое значение, равное единице.

Производная единица физической величин — единица производной физической величины, образуемая по определяющему эту единицу уравнению из других единиц данной системы.

Система единиц физических величин — совокупность основных и производных единиц, относящаяся к некоторой системе величин и образованная в соответствии с принятыми принципами, например Международная система единиц (СИ).

Сопоставимость результатов, полученных в науке и технике (в том числе при выполнении производственных процессов), достигается обеспечением *единства измерений* — состояния измерений, при которых их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности известны с заданной вероятностью. Единство измерений достигается метрологическим обеспечением — одной из основных частей Комплексной системы управления качеством продукции. Научной основой метрологического обеспечения является метрология, а технической основой — система эталонов единиц физических величин.

Эталон — средство измерений, обеспечивающее воспроизведение и (или) хранение физической единицы с целью передачи ее размера нижестоящими по поверочной схеме средствами измерений, выполненное по особой спецификации и официально утвержденное в установленном порядке в качестве эталона.

Если эталон воспроизводит единицу с наивысшей в стране точностью, то он называется *первичным*.

Эталоны, значения которых установлены по первичному эталону, называются *вторичными*. Они создаются и утверждаются для организации поверочных работ и обеспечения сохранности и наименьшего износа государственного эталона.

Вторичные эталоны по своему метрологическому назначению делятся на эталоны-копии, эталоны сравнения, эталоны-свидетели и рабочие эталоны.

Эталон-копия предназначен для передачи размеров единиц рабочим эталонам.

Эталон сравнения применяется для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть сличаемы друг с другом.

Эталон-свидетель используется для проверки сохранности государственного эталона и замены его в случае порчи или утраты.

Рабочий эталон — рассчитан на передачу размера единицы образцовым

средствам измерения высшей точности и при необходимости — наиболее точным рабочим мерам и измерительным приборам.

Образцовое средство измерений — мера, измерительный прибор или измерительный преобразователь, служащие для поверки по ним других средств измерений и утвержденные в качестве образцовых.

Порядок, точность и методы передачи единиц физических величин, соподчиненность эталонов и средств измерений наивают *поверочной схемой*.

Принцип построения поверочной схемы показан на рис. 5.27. Задача поверочной схемы — обеспечение необходимой точности рабочих средств измерений, непосредственно применяемых в производстве, в том числе и на монтажных работах.

Рабочее средство измерений применяется для измерений, не связанных с передачей размера единицы, т.е. для технических измерений непосредственно на производстве или в лабораториях (микрометр, штангенциркуль, рулетка).

Поверка средств измерений — определение погрешностей средств измерений и установление его пригодности к применению.

Различают категории поверки: государственную, ведомственную, первичную, периодическую, внеочередную, инспекционную и др.

Заданная точность выполнения монтажных технологических процессов и операций, заготовительных, слесарных, сборочных и вспомогательных работ может быть достигнута лишь в результате предварительного осуществления при подготовке производства полного комплекса мероприятий по метрологическому обеспечению работ.

Метрологическое обеспечение подготовки производства монтажных работ — это комплекс организационно-технических мероприятий, обеспечивающих определение с требуемой точ-

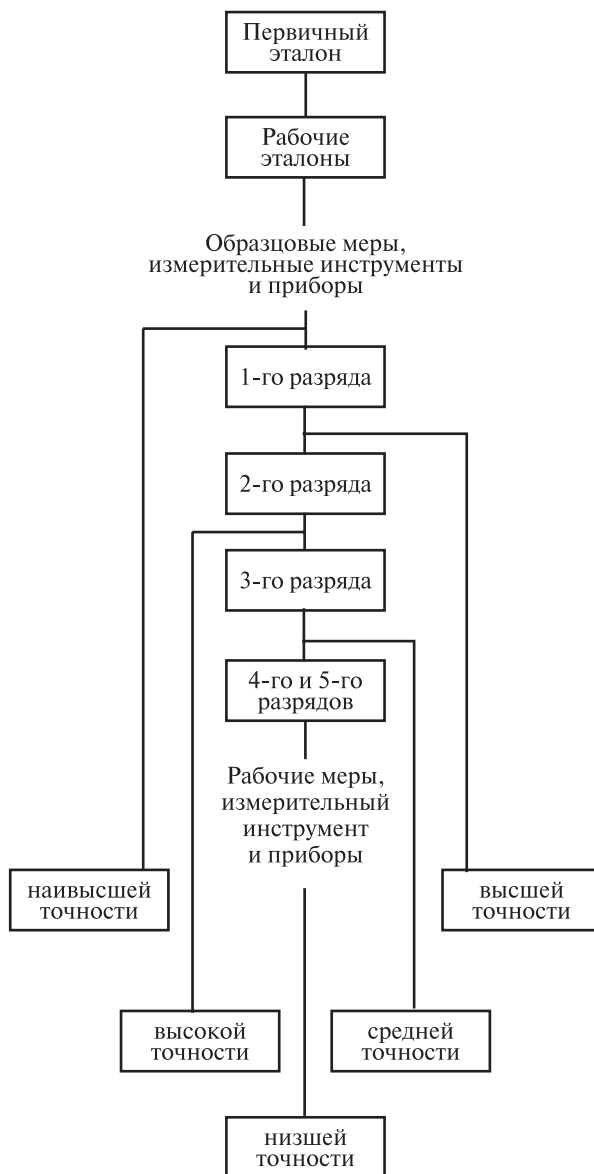


Рис. 5.27. Схема передачи размеров единиц от первичных эталонов рабочим мерам и измерительным средствам

ностью геометрических характеристик монтируемых изделий и технологических процессов и позволяющих добиться значительного повышения качества монтажа и снижения непроизводитель-

ных затрат. Мероприятия по метрологическому обеспечению подготовки производства осуществляют на основе стандартов различного уровня и инструктивно-производственной документации.

В составе указанных мероприятий предусмотрены:

- установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и норм точности измерений, гарантирующих достоверность входного и приемочного контроля, характеристик и результатов технологических процессов (например, выверки на отдельных ее этапах);

- обеспечение: выполнения технологических процессов наиболее эффективными методами и средствами измерений; разработки и изготовления нестандартизованных средств контроля; метрологического обслуживания и прежде всего поверки средств измерений; условий выполнения измерений;

- подготовка производственного персонала к выполнению контрольно-измерительных операций;

- организация и проведение метрологического контроля или экспертизы документации.

При монтаже оборудования и выполнении вспомогательных работ необходимый уровень их качества и в первую очередь требуемой точности достигается благодаря соблюдению технологической дисциплины, правильному выбору методов и средств измерений, квалифицированному их применению с выдерживанием основных метрологических правил. Для этой цели необходимо знать основные метрологические понятия и характеристики применяемых методов и средств измерений, принципы их выбора, понимать важнейшие законы формирования погрешностей измерений, уметь применять аттестованные или рекомендуемые технологической документацией методы контроля точности различных видов геометрических параметров.

5.3. Технологическое обеспечение точности

Базы и базирование при монтаже. Достижение требуемого положения оборудования при монтаже обеспечива-

ют в процессе его *установки* в проектное положение, включающего в себя *базирование* и *закрепление*.

Следует отличать установку в проектное положение от предварительной (для последующей выверки) установки оборудования на фундаменты с помощью грузоподъемных средств.

Базирование — придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат. В условиях монтажной площадки при базировании достигается требуемое положение оборудования относительно выбранной системы координат, а в результате *закрепления*, осуществляемого приложением сил или пар сил к монтируемому элементу, обеспечивается постоянство его положения, достигнутого при базировании. Иногда вместо термина «базирование» применяют его синоним — «ориентирование».

Базирование оборудования и контроль точности его положения осуществляются с помощью баз, которые специально выделяют в конструкторской и технологической документации.

База — поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, используемые для базирования. При монтаже базы определяют положение заготовки, детали, узла или оборудования в процессе сборки, установки и контроля точности.

Для того чтобы придать монтируемому элементу (плите, станине, корпусной детали и т.п.) заданное вертикальное положение, необходимо установить его опорную поверхность на три опоры или три опорные точки (рис. 5.28, а). Это лишает элемент возможности перемещаться в вертикальной плоскости и поворачиваться вокруг двух взаимно-перпендикулярных горизонтальных осей (элемент лишается трех степеней свободы вследствие наложения трех связей). Под связями подразумевают ограничения на движение рассматриваемого тела.

Перемещение тела ограничивают *позиционными связями*, а скорость перемещения — *кинематическими связями*. При этом связи являются двусторонними, т.е. при перемещении тела контакт его поверхности с наложенной связью не нарушается.

Базу монтируемого элемента, находящуюся в контакте с *тремя* опорными точками, лишаящими его трех степеней свободы, принято называть *установочной*.

Установленный подобным способом элемент может перемещаться в двух взаимно-перпендикулярных направлениях в горизонтальной плоскости и поворачиваться относительно вертикальной оси. Если рассматриваемый элемент лишить еще двух степеней свободы, добавив две опорные точки, расположенные по боковой вертикальной плоскости, то у него останется возможность перемещаться в горизонтальном направлении вдоль рассматриваемой боковой поверхности. Базу, находящуюся в контакте с *двумя* опорными точками и лишаящую элемент двух степеней свободы, называют *направляющей* (рис. 5.28, б). Для того чтобы ориентация рассматриваемого элемента полностью была определена, необходимо лишить его возможности перемещаться в горизонтальной плоскости вдоль направляющей базы, т.е. наложить еще одну связь, добавив одну опорную точку по торцовой боковой поверхности. Эта поверхность будет опорной базой, имеющей контакт с одной опорной точкой и лишаящей элемент одной степени свободы (рис. 5.28, в)

Базу, выбранную при проектировании изделия, технологического процесса его изготовления или ремонта, называют *проектной*.

Погрешность базирования — отклонение фактически достигнутого положения заготовки или изделия при базировании от требуемого.

Погрешность установки — отклонение фактически достигнутого положе-

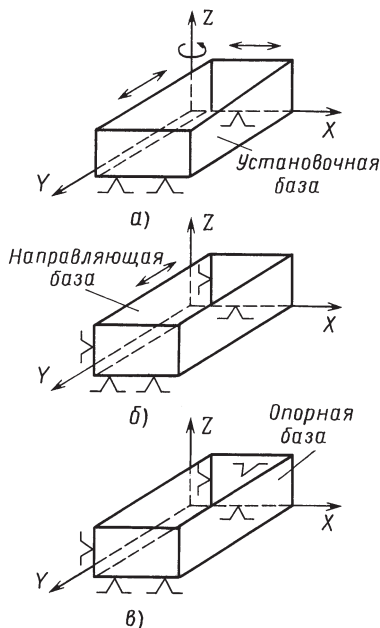


Рис. 5.28. Установка элемента в прямоугольной системе координат:

а — с неполной ориентацией при использовании установочной базы; б — то же, при применении установочной и направляющей баз; в — с полной ориентацией при использовании установочной, направляющей и опорной баз

ния заготовки или изделия при установке от требуемого.

Действительная база — база, фактически используемая в конструкции при изготовлении, эксплуатации или ремонте изделия.

Технологическая база — база, служащая для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления, монтажа или ремонта.

Технологическую базу, используемую для определения положения и ориентации изделия или его элемента в процессе монтажа, называют *монтажной*.

Базы могут быть *скрытыми* и *явными*. Скрытой называют базу изделия в виде воображаемой плоскости, оси или точки, а явной — базу в форме реальной по-

верхности, разметочной риски, оси или точки.

Среди монтажных баз следует различать *основные* и *вспомогательные* базы.

Монтажные базы, принадлежащие устанавливаемому оборудованию (детали), являются *основными*, а принадлежащие элементам строительных конструкций или ранее установленному оборудованию (его деталям), т.е. те, с которыми сопрягаются основными базами присоединяемая деталь, узел, машина и др., являются *вспомогательными* базами.

Для определения пространственного положения оборудования на месте эксплуатации необходимо иметь комплекты баз, образующих систему координат оборудования (детали), и (или) систему координат, относительно которой осуществляют базирование и измерения.

При выборе баз их выявление, назначение и использование осуществляют применительно к конкретным операциям или процессам с учетом конструктивных особенностей оборудования и условий монтажа.

Базы, используемые при установке оборудования (детали) в проектное положение на месте эксплуатации, следует разделять на *монтажные* и *контрольные*. По монтажным базам осуществляют сопряжение (стыковку) узлов и деталей при установке и укрупнительной сборке оборудования. Деталь, с которой начинают сборку изделия, присоединяя к ней сборочные единицы или другие детали, называют *базовой*. При монтаже в качестве базовых наиболее часто используют корпусные детали и станины.

Для определения положения монтируемого элемента (оборудования, детали) при измерениях используют контрольные базы.

В монтажной документации, технологических картах и проектах производства работ контрольные базы разделяют на *выверочные* (проверочные) и *измерительные*.

Выверочной (проверочной) базой является контрольная база, принадлежащая монтируемому элементу и служащая для установки накладных измерительных средств и контрольных приспособлений. По положению выверочной базы судят о правильности положения оборудования, его узла или детали.

В качестве *измерительных* используют контрольные базы, не принадлежащие монтируемому элементу, т.е. элементы строительных конструкций или базы ранее смонтированного агрегата, относительно которых задают требуемое или контролируют фактическое положение оборудования (детали).

Схема выверки корпуса редуктора приведена на рис. 5.29. Главной монтажной базой является основание корпуса редуктора, соприкасающееся с выборочными подкладками. По числу налагаемых связей (три) это — установочная база.

Разъем корпуса служит вспомогательной монтажной базой, по которой присоединяют крышку редуктора. При монтаже крышки поверхность ее разъема будет основной монтажной базой. При установке корпуса редуктора в плане используют выверочные базы — риски, нанесенные по его осям. Поверхность разъема редуктора является выверочной базой для его установки по высоте и горизонтали.

Контрольными измерительными базами при выверке редуктора служат оси геодезической основы, закрепленные на плашках, и высотный репер. Рабочие оси для удобства выверки материализованы в виде струн и отвесов.

Методы достижения заданной точности при монтаже. Принятая технология и используемые базы при монтаже оборудования должны обеспечивать достижение требуемой точности его положения на месте эксплуатации с наименьшими трудовыми и материальными затратами.

В качестве основы для выбора контрольных баз, технологии выверки и разработки требований по обеспечению

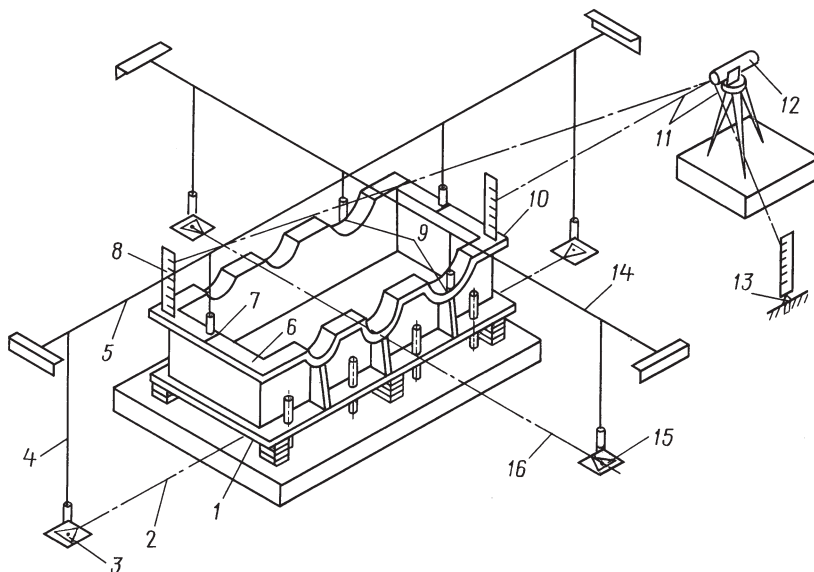


Рис 5.29. Схема выверки корпуса редуктора:

1 — основание корпуса редуктора (основная монтажная база); 2 — поперечная ось редуктора (геодезическая основа); 3 — плашка закрепления поперечной оси (основная измерительная база для выверки редуктора в плане); 4 — отвес для вынесения струны; 5 — струна для вынесения монтажной поперечной оси редуктора; 6 — разъем корпуса редуктора (вспомогательная монтажная база для присоединения крышки); 7 — риска, фиксирующая поперечную ось редуктора; 8 — малогабаритная нивелирная рейка-линейка; 9 — риски, фиксирующие оси расточек подшипников тихоходного вала редуктора (выверочная база для установки корпуса редуктора в плане); 10 — выверочная база корпуса редуктора для его установки по высоте и горизонтали (плоскость разъема); 11 — визирные оси нивелира (вспомогательные измерительные базы); 12 — нивелир; 13 — репер (основная измерительная база для установки по высоте и горизонтали); 14 — струна для вынесения монтажной продольной оси привода; 15 — плашка закрепления оси привода (основная измерительная база для выверки редуктора в плане); 16 — оси привода (геодезическая основа)

точности при подготовке производства монтажных работ используют правила базирования, расчеты и анализ соответствующих размерных цепей с учетом особенностей монтажа.

Процессы базирования и требования к базам при установке оборудования или его деталей различают в зависимости от применяемых методов достижения точности (взаимозаменяемости или компенсации) по каждому из контролируемых при монтаже параметров (размеру, отклонению расположения).

Метод взаимозаменяемости при установке оборудования (деталей) предпо-

лагает достижение заданной точности контролируемого параметра путем соединения монтажных баз без использования регулировочных и пригоночных операций.

Метод компенсации при установке оборудования (деталей) направлен на получение заданной точности контролируемого параметра по средствам измерения размера или положения одного из сопрягаемых элементов с помощью пригоночных или регулировочных операций.

Выбор контрольных баз должен проводиться с учетом погрешностей, возникающих при их использовании для кон-

троля относительного положения исполнительных поверхностей в процессе установки и укрупнительной сборки оборудования.

В качестве выверочных (проверочных) баз следует максимально использовать наружные поверхности оборудования или специальные обработанные участки на них, исключая необходимость непроизводительных затрат по его разборке.

Мероприятия по технологическому обеспечению точности установки оборудования, связанные с анализом и назначением норм точности на положение монтажных баз, должны быть в первую очередь направлены на создание условий для реализации метода взаимозаменяемости (безвыверочного монтажа).

Точность контролируемых параметров с использованием метода компенсации необходимо обеспечить, выбрав рациональные конструкции регулировочных устройств на основе определения требуемых компенсации и точности регулировки.

При разработке технологии монтажа оборудования, поставляемого в виде отдельных узлов или блоков, т.е. с установкой базовой детали на месте эксплуатации (станины, рамы и т.д.) и последующей укрупнительной сборкой, учитывают, что допуски на положение базовой детали должны быть увязаны точностными расчетами с допусками на положение исполнительных поверхностей с учетом погрешностей деталей, устанавливаемых при укрупнительной сборке.

При выверке оборудования, выборе технологии контроля положения монтируемых элементов принимают во внимание точность изготовления контрольных баз и их связь с узлами, деталями или их поверхностями, положение которых задано в технической документации.

Возможность реализации метода взаимозаменяемости при монтаже или максимальное исключение пригоночных работ определяется точностью из-

готовления элементов оборудования и обоснованным назначением допусков на его монтаж. В процессе технологической подготовки производства монтажных работ к поставляемому оборудованию могут быть предъявлены требования монтажной технологичности по критерию точности. Выбор рациональной технологии выверки оборудования, баз при его установке и контроле точности, назначение монтажных допусков и требований к качеству изготовления оборудования и его деталей выполняют на основе анализа точности.

Размерные цепи. Расчет размерных цепей является основным методом точностного анализа при конструировании оборудования, изготовлении его деталей, сборке и монтаже.

Размерной цепью называют совокупность размеров, непосредственно участвующих в решении поставленной задачи и образующих замкнутый контур. Обозначается размерная цепь прописной буквой русского или строчной буквой греческого (кроме букв α , β , ξ , λ , ω) алфавитов без индексов (А, Б, ... или β , j , ...).

Звено размерной цепи — один из размеров, образующих размерную цепь. Обозначается оно той же буквой, что и размерная цепь, но с применением индексов 1, 2, 3, ..., n или других. Например, A_1 , A_2 , A_3 , ..., A_n .

Замыкающее звено — звено размерной цепи, являющееся исходным при постановке задачи или получающееся последним в результате ее решения. Обозначается это звено буквой с индексом $\Delta(\Sigma)$. Например, A_Δ , β_Δ или A_Σ , β_Σ .

Прописные буквы русского алфавита применяют для обозначения линейных размерных цепей и их звеньев, которыми являются линейные размеры. Строчные буквы греческого алфавита применяют для обозначения угловых размерных цепей и их звеньев, когда звеньями являются угловые размеры.

Увеличивающееся (уменьшающееся) звено — составляющее звено размерной

цепи, с увеличением которого замыкающее звено увеличивается (уменьшается).

Компенсирующее звено — составляющее звено размерной цепи, изменением которого достигается требуемая точность замыкающего звена. Обозначается это звено, как и составляющее, но с буквой, заключенной в прямоугольник.

Общее звено — звено, одновременно принадлежащее нескольким размерным цепям.

Плоская размерная цепь — размерная цепь, звенья которой расположены в одной или нескольких параллельных плоскостях.

Пространственная размерная цепь — размерная цепь, звенья которой размещены в непараллельных плоскостях.

Параллельно связанные размерные цепи имеют одно или несколько общих звеньев, а последовательно связанные — одну общую базу с предыдущей.

В зависимости от цели расчета размерных цепей их подразделяют на конструкторские, технологические и измерительные.

Конструкторская размерная цепь — размерная цепь, определяющая расстояние или относительный поворот между поверхностями или осями поверхностей деталей в изделии при конструировании.

Технологическая размерная цепь — размерная цепь, обеспечивающая требуемое расстояние или относительный поворот между поверхностями изготавливаемого изделия при выполнении операции или ряда операций какого-либо технологического процесса (обработки, сборки, установки и т.д.).

Измерительная размерная цепь — размерная цепь, возникающая при определении расстояния или относительного поворота между поверхностями, их осями или образующими поверхностей изготавливаемого или изготовленного изделия. Измерительная размерная цепь связывает измерительную базу, исполнительные поверхности средств измерения и контрольную базу.

В качестве примера на рис. 5.30 показана сборочная плоская размерная цепь, определяющая величину замыкающего звена — зазора A_4 между крышкой подшипника и наружным кольцом. Звенья A_5, A_6, A_7 являются увеличивающими, а звенья A_1, A_2, A_3, A_4, A_8 уменьшающими. В этой размерной цепи, уменьшая или увеличивая толщину прокладок, можно изменять величину зазора, поэтому звенья A_5 и A_7 могут служить компенсаторами.

Зная характеристики точности отдельных звеньев, с помощью расчета размерной цепи можно решать разнообразные задачи. При решении *прямой задачи* заданы точностные параметры, т.е. допуск, поле рассеяния, предельные отклонения замыкающего звена, а определяют параметры составляющих звеньев. В *обратной задаче* по заданным точностным параметрам составляющих звеньев выделяют параметры замыкающего звена. Расчеты размерных цепей в зависимости от характера решаемых задач выполняют *методом максимума-минимума* (для обеспечения *полной взаимозаменяемости*) или *вероятностным методом* (для обеспечения *неполной взаимозаменяемости*).

Основы расчета размерных цепей.

Наиболее простой вид имеют расчетные формулы для особенно часто встречающихся плоских размерных цепей с па-

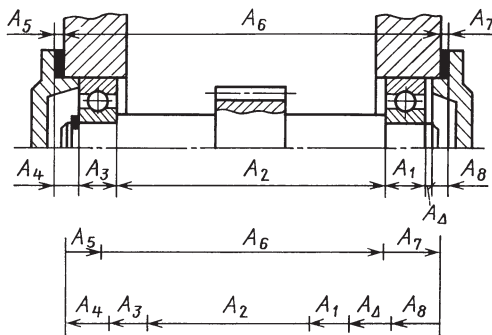


Рис. 5.30. Сборочная плоская размерная цепь

параллельными звеньями при их решении методом максимума-минимума.

При использовании метода максимума-минимума (полной взаимозаменяемости) требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается у всех без исключения объектов при включении в нее составляющих звеньев без выбора подбора или какой-либо подгонки. Метод основан на предположении, что в одной размерной цепи одновременно могут оказаться все звенья с предельными значениями, причем в любом из двух наиболее неблагоприятных сочетаний (все увеличивающие звенья с верхними предельными размерами, а уменьшающие — с нижними, или наоборот).

В этом случае номинальный размер замыкающего звена

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} k_i A_i = \\ = k_1 A_1 + k_2 A_2 + k_3 A_3 + \dots + k_i A_i,$$

где i — номер замыкающего звена, $i = 1, 2, 3, \dots, m-1$ (m — общее число звеньев в размерной цепи, включая замыкающее); k_i — передаточное отношение, $k = +1$ и $k = -1$ для увеличивающих и для уменьшающих звеньев размерной цепи соответственно.

При числе увеличивающих звеньев n в размерной цепи и уменьшающих звеньев p номинальный размер замыкающего звена

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n A_i - \sum_{i=1}^p A_i.$$

Например, для размерной цепи, показанной на рис. 5.30, увеличивающие звенья $n = 5, 6, 7$, а уменьшающие $p = 1, 2, 3, 4$ и 8. Для этого случая номинальный размер замыкающего звена

$$A_{\Delta} = A_5 + A_6 + A_7 - A_1 - A_3 - A_4 - A_8.$$

Допуск замыкающего звена

$$T_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} T_i = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_i,$$

т.е. в плоской размерной цепи с параллельными звеньями допуск замыкаю-

щего звена равен сумме допусков всех составляющих звеньев.

Предельные верхние ES_i и нижние EI_i отклонения составляющих звеньев и соответствующие отклонения замыкающего звена связаны соотношением

$$ES_{\Delta} = \sum_{i=1}^n ES_i - \sum_{i=1}^p EI_i; \\ EI_{\Delta} = \sum_{i=1}^n EI_i - \sum_{i=1}^p ES_i.$$

Предельные размеры замыкающего звена

$$A_{\Delta \max} = A_{\Delta} + ES_{\Delta}, A_{\Delta \min} = A_{\Delta} + EI_{\Delta}.$$

Координата середины поля допуска замыкающего звена

$$E_c = \sum_{i=1}^{m-1} k_i A_{0i} = \sum_{i=1}^n A_{0i} - \sum_{i=1}^p A_{0i}.$$

Если в плоской размерной цепи звенья непараллельны, то передаточное отношение k_i не равно единице. В этом случае оно показывает, как изменяется замыкающее звено при изменении i -го составляющего звена, и определяется отношением указанных приращений.

В случае применения *вероятностного метода* (неполной взаимозаменяемости) требуемая точность замыкающего звена размерной цепи в условиях беспригоничной сборки достигается не у всех узлов, а лишь у достаточно большой, заранее обусловленной их части, например у 99,73 % узлов, т.е. предполагается, что приблизительно у трех узлов из 1000 точность может быть и не обеспечена, т.е. задают процент риска p .

Этот метод применяют, когда экономически целесообразно назначать более широкие допуски на составляющие звенья в предположении, что их действительные размеры будут группироваться в более узких пределах по одному из вероятностных законов и процент риска выхода отклонений замыкающего звена за пределы поля допуска не превысит заранее принятого значения.

Обеспечить точность при сборке и монтаже различных изделий можно путем введения в их состав звена-компенсатора. Если для достижения требуемой точности замыкающего звена с компенсатора каждого объекта удаляют лишний в данном случае слой материала, то это — *метод пригонки*. Если предусмотрена возможность изменять действительный размер компенсатора без снятия материала (подбором из ряда заранее изготовленных либо перемещением с последующей фиксацией), то это — *метод регулирования*.

Можно также применять *метод групповой взаимозаменяемости*, при котором точность замыкающего звена достигается в результате включения в размерную цепь отдельных составляющих звеньев, предварительно рассортированных по действительным размерам на группы. Однако этот метод возможен лишь тогда, когда собирается множество однотипных изделий.

При расчете размерных цепей вводят понятие «относительное среднеквадратическое отклонение» λ_i , характеризующее закон рассеяния i -го размера, и коэффициент риска t . Коэффициент риска зависит от выбранного или заранее заданного процента риска: $t = 2,57$ при проценте риска $p = 1$; $t = 3,00$ при $p = 0,27$.

При расчете по вертикальному методу допуск замыкающего звена

$$T_{\Delta} = t \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} k_i^2 \lambda_i^2 T_i^2}.$$

Для наиболее часто встречающегося случая, когда $p = 0,27$ ($t = 3$), в расчетах плоских размерных цепей с параллельными звеньями допуск замыкающего звена

$$T_{\Delta} = 3 \sqrt{\lambda_i^2 T_i^2}.$$

Для изделий мелкосерийного и единичного производства, когда о характере рассеяния звеньев размерной цепи ничего не известно, как это обычно бы-

вает, для монтируемых изделий $\lambda_i^2 = 1/3$, а для изделий крупносерийного производства $\lambda_i^2 = 1/9$.

При расчете размерных цепей отклонения и допуски расположения поверхностей учитывают исходя из особенности их нормирования. Определения отклонений расположения даны выше. Действительное расположение рассматриваемых элементов характеризуют действительными размерами между рассматриваемым и базовым элементами или между рассматриваемыми элементами, если базы не заданы. Отклонение расположения элемента определяется отклонением прилегающего к нему элемента от его номинального расположения.

В процессе рассмотрения отклонений расположений реальные поверхности заменяют прилегающими. При этом за оси, плоскости симметрии и центры реальных поверхностей деталей соответственно принимают оси, плоскости симметрии и центры прилегающих элементов. Базовыми элементами считают плоскости или оси, определяющие одну из плоскостей или осей системы координат, по отношению к которой определяются отклонения расположения. Суммарное отклонение формы и расположения оценивают по точкам рассматриваемого элемента относительно прилегающих базовых элементов или их осей.

Допуски отклонений формы и расположения элементов, относящихся к одной детали, лежат в пределах допуска на размер. Допуски отклонений формы и размещения несопрягаемых деталей и элементов могут не являться составной частью допуска размера, определяющего расстояние между элементами, а их числовые значения могут превышать допуск соответствующего размера (расстояния).

При составлении и анализе размерных цепей для удобства расчета отклонения и допуски расположения поверхностей рекомендуется рассматривать как совокупность соответственно отклонений и допусков размеров, которые

ми характеризуется тот или иной тип расположения.

Например, по ГОСТ 24642—81 отклонение от соосности относительно оси базовой поверхности определяют как наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности вращения и осью базовой поверхности на длине нормируемого участка. В то же время в расчетах размерных цепей соосность характеризуют двумя размерами: линейным (расстоянием, равным нулю, между осью рассматриваемой поверхности вращения и осью базовой поверхности) и угловым (углом, равным нулю, между осью рассматриваемой поверхности вращения и осью базовой поверхности), а отклонение от соосности рассматривают как совокупность отклонений этих размеров в соответствии с определениями.

Используя расчет размерных цепей, выбирают выверочные и монтажные базы, обосновывают принятую технологию монтажа и требования к точности изготовления базовых поверхностей.

Выбор контрольных баз. Контрольные базы (выверочные, измерительные), используемые при определении положения оборудования в процессе монтажа, должны обеспечивать достоверный контроль относительного положения исполнительных поверхностей в пределах, регламентированных техническими условиями.

В случаях, когда допуски в технической документации указаны относительно неявных баз или поверхностей, применение которых для базирования измерительных средств требует разборки оборудования, а также при назначении рациональной технологии монтажа осуществляют выбор контрольных баз.

Выверочные и действительные измерительные контрольные базы выбирают на основе анализа размерных связей, исходя из заданной точности расстояний и взаимного расположения исполнительных поверхностей оборудования и проектных измерительных баз. Для обеспе-

чения достоверности контроля относительного положения исполнительных поверхностей монтируемого оборудования по результатам измерений точности расстояний или взаимного расположения контрольных баз должно соблюдаться следующее соотношение:

$$T \geq T_{\text{в}} + T_{\text{р}} + T_{\text{м}},$$

где T — заданный в технических условиях или инструкции завода-изготовителя допуск на положение исполнительных поверхностей устанавливаемого оборудования относительно проектной измерительной базы; $T_{\text{в}}$ — расчетный допуск, определяющий точность расстояний или взаимного расположения выверочной (проверочной) базы и исполнительной поверхности оборудования; $T_{\text{р}}$ — расчетный допуск, определяющий точность расстояний или взаимного расположения между действительной и проектной измерительными базами; $T_{\text{м}}$ — монтажный допуск на положение выверочной (проверочной) базы относительно действительной измерительной базы.

Выбор выверочных баз наиболее эффективен, если его осуществляют на стадии технологической подготовки монтажных работ до заводского изготовления оборудования. При этом конструктивное оформление и точность привязки баз к исполнительным поверхностям отражают в конструкторской документации (инструкции на сборку и монтаж, установочных чертежах, паспорте, технических условиях на изготовление и поставку).

В других случаях выбор действительных измерительных баз и назначение монтажных допусков выполняют на стадии проектирования технологии монтажа и отражают в технологической монтажной документации: проекте производства работ, технологических картах и технологических схемах производства работ.

Назначаемые выверочные (проверочные) базы должны исключать необходимость разработки оборудования для

«вскрытия» внутренних баз и обеспечить при монтаже этого оборудования возможность контроля по наружным поверхностям или специально обрабатываемым участкам на них.

Внутренние базовые поверхности оборудования, применявшиеся при его сборке и обеспечивающие необходимую точность контроля положения исполнительных поверхностей, используют при монтаже только в тех случаях, когда результаты размерного анализа показывают невозможность использования в качестве выверочных баз наружных поверхностей оборудования. Для редуктора, поставляемого на монтаж в собранном виде (рис. 5.31), в табл. 5.5 приведе-

ны схемы размерных цепей для некоторых вариантов выбранных баз, применяемых при установке редуктора по высоте. При этом задан монтажный допуск T_m на высотное положение оси вращения тихоходного вала редуктора.

Для рассмотренного редуктора в качестве выверочных баз могут быть использованы поверхности выступающего конца ведомого вала и опорная поверхность редуктора. Чем короче размерная цепь и меньше звеньев связывают исполнительные поверхности оборудования с выверочными и монтажными базами, тем меньше потери точности и большие допускаемые отклонения можно задать для монтажа.

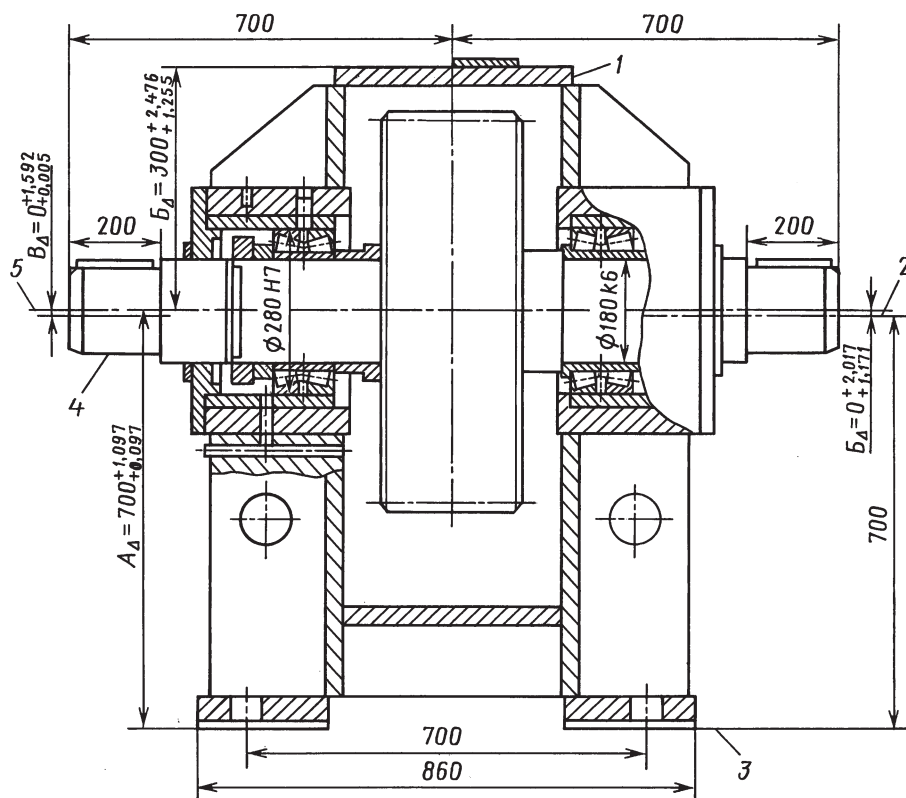


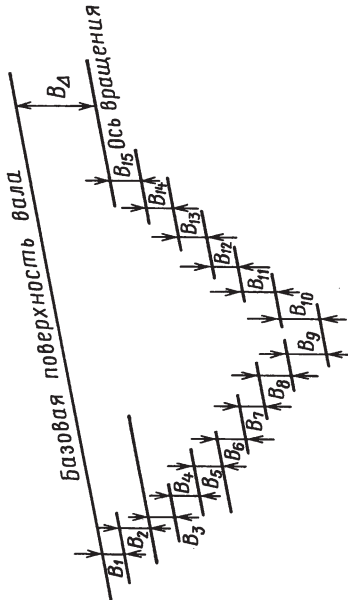
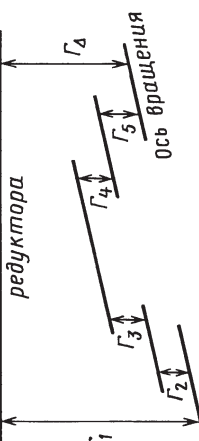
Рис. 5.31. Схема редуктора с вариантами выверочных баз:

1 — обработанная площадка; 2 — плоскость разреза; 3 — опорная поверхность; 4 — базовая поверхность выступающего конца вала; 5 — ось вращения вала

5.5. Размерные цепи при выборе выверочных баз

Выверочная база и замыкающее звено размерной цепи	Составляющие звенья размерной цепи	Схема размерной цепи
Опорная поверхность редуктора; A_Δ — расстояние от опорной поверхности до оси вращения вала	A_1 — расстояние от опорной поверхности корпуса до оси отверстий под опоры вала; A_2 — расстояние от общей оси отверстий под опоры вала до оси наружной поверхности стакана опоры (подшипники); A_3 — расстояние от наружной поверхности стакана до оси дорожки качения наружного кольца подшипника; A_4 — расстояние от оси дорожки качения наружного кольца подшипника левой опоры до такой же оси правой опоры; A_5 — расстояние от оси дорожки качения наружного кольца подшипника правой опоры до оси вращения вала в точке, лежащей на выходном кольце этого вала	
Плоскость разъема; B_Δ — расстояние от плоскости разъема до оси вращения вала	B'_1 — расстояние от плоскости разъема до общей оси отверстий под подшипники (при растачивании технологической базой является плоскость разъемной базы). Остальные составляющие звенья совпадают со звеньями размерной цепи A : $B_2 = A_2$; $B_3 = A_3$; $B_4 = A_4$; $B_5 = A_5$ или $B_1 = A_1 + B_2$ (если при растачивании отверстий технологической базой является опорная поверхность корпуса)	

Окончание табл. 5.5

Выверочная база и замыкающее звено размерной цепи	Составляющие звенья размерной цепи	Схема размерной цепи
Поверхность выступающего конца вала; B_{Δ} — радиальное биение поверхности выступающего конца вала	B_1 — отклонение от цилиндричности поверхности конца вала; B_2 — отклонение от соосности поверхности конца вала под левой подшипник; B_3 и B_{15} — отклонение от цилиндричности посадочных поверхностей вала под левый и правый подшипники; B_4 и B_{14} — несовпадение центров дорожек качения и отверстий внутренних колец подшипников; B_5 и B_{13} — несовпадение центров дорожек качения и посадочных поверхностей для наружных колец подшипников; B_6 и B_{12} — смещение осей наружных колец подшипников в стаканах; B_7 и B_{11} — несовпадение центров наружных и внутренних поверхностей для стаканов; B_8 и B_{10} — смещение осей стаканов в посадочных отверстиях; B_9 — несовпадение центров отверстий опор под подшипники	
Специально обработанные площадки на крышке корпуса редуктора; Γ_{Δ} — отклонение расстояния от площадки на крышке до оси вращения вала в точке, лежащей на его выходном конце	Γ_1 — расстояние от плоскости площадки до плоскости разреза крышки; $\Gamma_2 = B_2$, $\Gamma_3 = B_3$, $\Gamma_4 = B_4$, $\Gamma_5 = B_5$. Величина зазора определяется толщиной обжатой прокладки (при ее наличии) и неравномерностью затяжки болтов	

Наиболее эффективно использовать принципы совмещения (единства) и постоянства баз. По *принципу совмещения* для изготовления оборудования, его сборки, монтажа и контроля точности в качестве технологических баз принимают поверхности, которые одновременно являются конструкторскими, сборочными и измерительными базами.

Принцип постоянства баз заключается в том, что при разработке всех технологических процессов назначают одну и ту же базу.

5.4. Геодезическое обоснование монтажа

Точность взаимного расположения машин и агрегатов и соответствие их установки проектному положению во многом определяются качеством геодезического обоснования монтажа.

Геометрической основой проекта промышленного объекта являются разбивочные оси и система высотных отметок. Различают проектные и фактические отметки. *Проектной отметкой* называют высоту точки относительно исходного уровня, заданную проектом. *Фактическая отметка* — это существующая высота точки относительно исходного уровня. Разность высот точек называют *превышением*.

Оси промышленного объекта строят с применением геодезических сетей.

Разбивочная сеть — геодезическая сеть, создаваемая для перенесения объектов в натуру.

Строительная геодезическая сеть — геодезическая сеть в виде системы квадратов или прямоугольников, ориентированных параллельно большинству разбивочных осей сооружений.

Монтажная геодезическая сеть — геодезическая сеть в виде системы квадратов или прямоугольников, предназначенных для переноса в натуру осей агрегатов и выполнения контрольных измерений.

Геодезической основой монтажа называют совокупность продольных и поперечных осей и высотных отметок, которые служат для установки и выверки технологического оборудования. Оси детальной разбивки, рассчитанные на монтаж машин и агрегатов, именуются *монтажными*. Создание такой основы называют геодезическим обоснованием монтажа. Геодезическая основа монтажа — это система координат, относительно которой устанавливают монтируемое оборудование. Разработка требований к геодезическому обоснованию монтажа является важнейшей задачей технологической подготовки производства.

Геодезическую основу монтажа, а также строительства всего объекта создают в результате выполнения геодезических разбивочных работ, т.е. построения геодезической разбивочной сети. Разбивочные работы осуществляют с точностью, обеспечивающей соблюдение допусков на монтаж оборудования. Как правило, эта точность значительно выше предусмотренной ГОСТ 21779–82 для выполнения разбивочных работ при построении строительной сетки. Поэтому точность геодезической основы монтажа специально обосновывают в техническом задании на разработку проекта производства геодезических работ в виде схемы геодезического обоснования.

Точность и качество создания геодезической основы должны тщательно проверять монтажники в процессе приемки строительной части объекта под монтаж оборудования.

Монтажные (технологические) оси располагают параллельно строительным разбивочным осям, совмещая их с осями технологически важных линий или осями оборудования. *Продольные* и *поперечные* разбивочные оси «привязывают» к главным осям сооружения, которые, в свою очередь, привязаны к пунктам геодезической основы. Это обеспечивает заданное положение всех видов технологического оборудования отно-

сительно фундаментов, коммуникаций, строительных и технологических конструкций цеха.

При выборе мест расположения монтажных осей учитывают удобство установки машин и агрегатов в проектное положение, а также возможность использования этих осей для контроля положения технологического оборудования в процессе эксплуатации.

Различают *контрольные* и *рабочие* монтажные оси и отметки. По рабочим осям и высотным отметкам осуществляют установку и выверку оборудования, а по контрольным осям проверяют положение рабочих осей и отметок. Во избежание ошибок рабочие и контрольные оси и отметки выносятся от сетки геодезического обоснования цеха независимо друг от друга.

Основные и контрольные монтажные оси и отметки закрепляют с помощью фундаментальных знаков с глубиной их заложения до коренных пород или посредством облегченных металлических знаков, устанавливаемых в теле фундаментов. Тип знака выбирают в зависимости от необходимой точности выверки и установки технологического оборудования. Фундаментальные знаки применяют только для сложного преци-

зионного оборудования. Сложные знаки имеют специальные приспособления для точного автоматического центрирования устанавливаемых на них приборов и визирных марок. Эти приспособления изготавливают в виде конических или цилиндрических втулок, шариковых устройств и т.п.

Устанавливаемые в теле фундамента простые знаки, определяющие положение осей, называют *плашками* (рис. 5.32), а знаки высотных отметок *реперами* (рис. 5.33).

Верхнюю часть репера устанавливают с точностью до $\pm 1,5$ мм, а затем определяют его фактическую высотную отметку с заданной проектом точностью. Реперы и плашки закрепляют с помощью закладных деталей, которые замонтичивают в фундаментах, колоннах или перекрытиях промышленных сооружений.

Рабочие монтажные оси, часто изменяемые в процессе работы, нередко закрепляют с помощью струн и отвесов, а также временно задают визирной осью оптических приборов или лучом лазера.

Закрепив монтажные оси, проверяют их плановое положение и взаимную перпендикулярность. Расстояние между

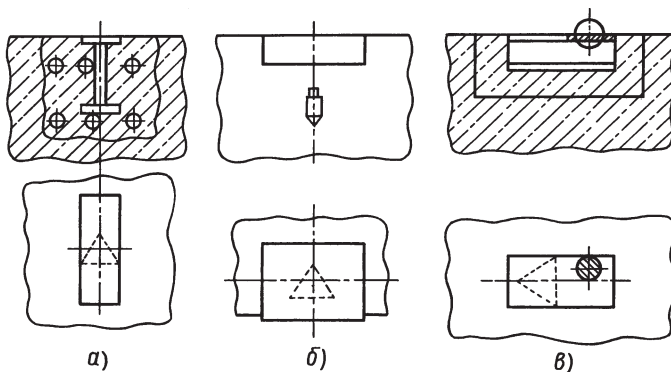


Рис. 5.32. Плашки для закрепления монтажных осей:

а — горизонтальной; б — вертикальной и горизонтальной; в — горизонтальной в сочетании с репером

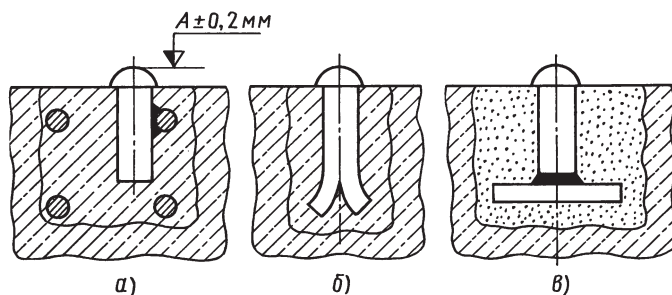


Рис. 5.33. Способы закрепления реперов в фундаменте:

a — приваркой к арматуре; *б* — заливкой бетоном; *в* — заливкой цементным раствором

осями измеряют посредством инварных лент, проволочных длиномеров или других приборов, приводя результаты измерений к средней эксплуатационной температуре. Угловые измерения выполня-

ют точными оптическими теодолитами. Полученные данные сравнивают с проектными значениями и при необходимости исправляют положения осей, смещая точки на знаках крепления.

Глава 6

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СЛЕСАРНО-СБОРОЧНЫХ РАБОТ

К группе инструментов для слесарно-сборочных работ относятся: чертилки и циркули, кернеры, молотки и кувалды, зубила и крейцмейсели, обжимки и клейма. Ведущими производителями этих традиционных инструментов являются ОАО «Новосибирский инструментальный завод» (НИЗ), ООО «Камышинский завод слесарно-монтажного инструмента» (КЗСМИ), ООО «Павловский инструментальный завод» (ПИЗ), ОАО «Кабринский инструментальный завод» (КИЗ, Беларусь), ООО «Останкино» (Москва) и некоторые другие предприятия России.

6.1. Разметочный и ударный инструмент

Чертилки и циркули (табл. 6.1 и 6.2) для разметочных работ изготавливают четырех типов и двух исполнений: 1 — со стальными ножами; 2 — с остриями ножек, оснащенными твердым сплавом.

Слесарные молотки (табл. 6.3) производят трех типов. Материал головок молотков — сталь У7, клина — Ст. 3. Твердость рабочей части молотка (бойка и носка) 50,5...57 HRC в слое глубиной не менее 5 мм и на расстоянии от торцов бойка и носка не более 1/5 общей длины головки молотка. Рукоятку, расклиненную с торца молотка, делают из граба, клена, рябины, кизила, ясеня, березы, дуба, бука.

Кернеры (табл. 6.4) предназначены для разметки металлических и неметаллических материалов; их изготавливают из сталей 7ХФ или 8ХФ (группа А), У7А или У8А (группа В) двух исполнений: 1 — со скругленным ударным концом; 2 — с ударным концом и фаской. Твердость HRC рабочей части составляет для стали групп А и В соответственно 56...60

и 54,5...58 на длине 15...30 мм, а ударной части 41,5...46,5 и 36,5...41,5 на длине 15...25 мм.

Слесарные зубила (табл. 6.5) производят из инструментальных сталей 7ХФ и 8ХФ (группа А), У7А или У8А (группа В): 1 — с конусной рабочей и ударной частью по ширине; 2 — с прямой рабочей ударной частью по ширине.

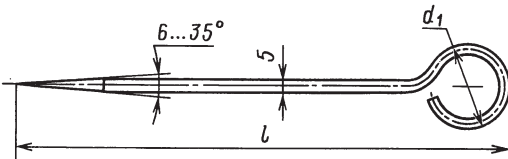
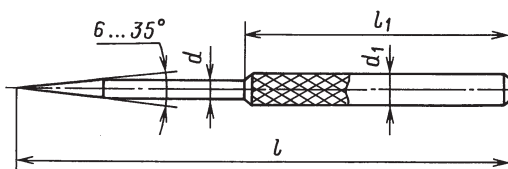
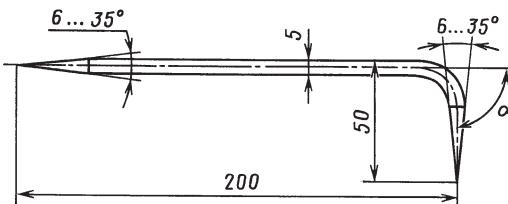
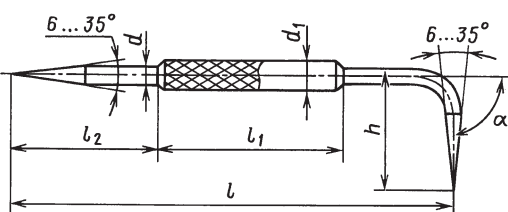
Твердость (HRC) рабочей части зубил на длине не менее 0,5 l от режущей кромки для стали группы А 56...60, группы В 54...58 и на длине не менее 1,5 l от ударного торца для стали А и В соответственно 41,5...46,5 и 36,5...41,5.

Слесарные крейцмейсели (табл. 6.6) предназначены для прорубки канавок и пазов в металлических изделиях твердостью не более 32 HRC. Они изготавливаются в двух исполнениях: 1 — со скругленным ударным концом; 2 — с ударным концом с фаской из сталей 8ХФ. (группа А) и У7А или У8А (группа В). Твердость (HRC) рабочей части крейцмейселя на длине не менее 1,2 l равна 56...60 (группа А), 54...58 (группа В) и на длине не менее 1,5 l ударной части соответственно 41,5...46,5 и 35,5...41,5.

Слесарные бородки (табл. 6.7) двух типов: 1 — с конической рабочей частью; 2 — с цилиндрической; каждый тип в двух исполнениях со скругленным ударным концом и ударным концом с фаской. Бородки делают из сталей 8ХФ (группа А) и У7А или У8А (группа В). Твердость (HRC) рабочей части бородок типа 1 на длине не менее 20 мм и типа 2 на длине не менее 10 мм составляет 56...60 (группа А) и 54...58 (группа В), а ударной части на длине не менее 20 мм равна 41,5...46,5 (группа А) и 36,5...41,5 (группа В).

6.1. Чертилки (ГОСТ 24473–80)

Размеры, мм

Тип	Исполнение		d_1	l				
	1	2						
1. Односторонние								
	7840-1001	7840-1002	25	150				
	7840-1003	7840-1004	30	250				
2. Односторонние с рукояткой	Исполнение		d	d_1	l	l_1		
	1	2						
	7840-1005	7840-1006	3	6	125	70		
	7840-1007	7840-1008	5	8	150	80		
	7840-1009	7840-1011			200	90		
3. Двусторонние	Исполнение		$\alpha, ^\circ$					
	1	2						
	7840-1012	7840-1013	30					
	7840-1014	7840-1015	60					
	7840-1016	7840-1017	90					
4. Двусторонние с рукояткой	Исполнение		d	d_1	l	l_1	h	$\alpha, ^\circ$
	1	2						
	7840-1018	7840-1019	3	6	160	$\frac{60}{80}$	30	30
	7840-1021	7840-1022						60
	7840-1023	7840-1024						90
	7840-1025	7840-1026	5	8	200	$\frac{75}{90}$	40	30
	7840-1027	7840-1028						60
	7840-1029	7840-1031						90

Окончание табл. 6.1

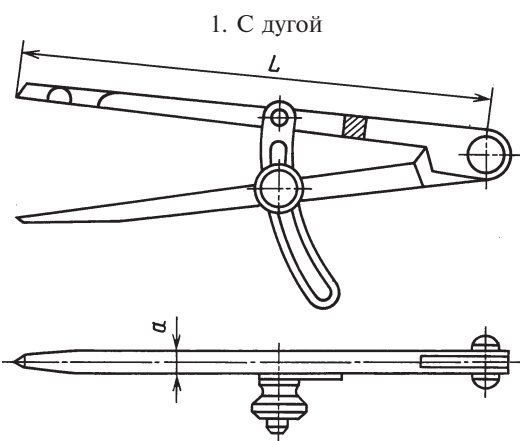
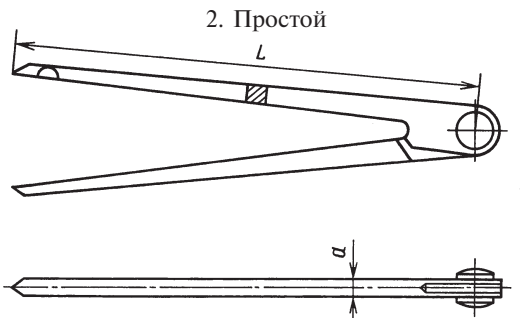
Тип	Исполнение		d	d_1	l	l_1	h	$\alpha,^\circ$
	1	2						
	7840-1032	7840-1033	5	8	250	$\frac{100}{100}$	50	30
	7840-1034	7840-1035						60
	7840-1036	7840-1037						90

Примечание. Обозначение разметочной чертилки типа 4 исполнения 2 длиной 150 мм с острием, изогнутым под углом 30°, с хромовым покрытием толщиной 9 мкм:

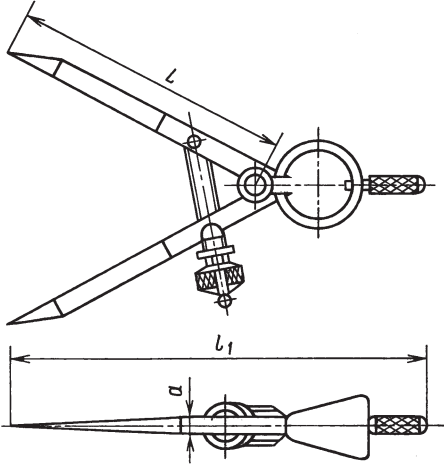
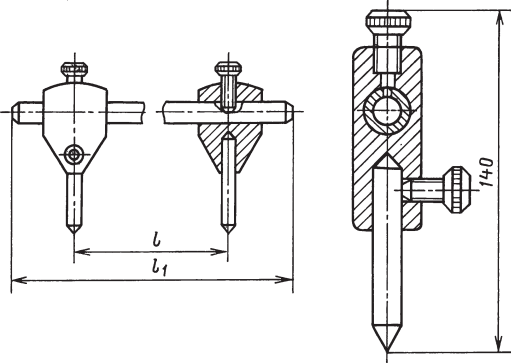
Чертилка 7840-1019 Х9 ГОСТ 24473–80Е.

6.2. Циркули (ГОСТ 24472–80)

Размеры, мм

Тип	Исполнение		L	a
	1	2		
1. С дугой 	7841-0071	7841-0072	100	6
	7841-0073	7841-0074	150	8
	7841-0031	7841-0032	200	10
	7841-0033	7841-0034	250	
	7841-0035	7841-0036	300	12
	7841-0037	7841-0038	360	14
	7841-0075	7841-0076	400	
2. Простой 	7841-0077	7841-0078	150	8
	7841-0021	7841-0022	200	10
	7841-0023	7841-0024	250	
	7841-0025	7841-0026	300	12
	7841-0027	7841-0028	360	14
	7841-0079	7841-0081	400	

Окончание табл. 6.2

Тип	Исполнение		L	a
	1	2		
3. С пружинкой	7841-0051	7841-0052	$\frac{75^*}{118}$	6
	7841-0053	7841-0054	$\frac{100^*}{140}$	
	7841-0055	7841-0056	$\frac{125^*}{170}$	
	7841-0057	7841-0058	$\frac{150^*}{210}$	8
	7841-0061	7841-0062	$\frac{180^*}{240}$	
	7841-0063	7841-0064	$\frac{200^*}{265}$	10
	7841-0065	7841-0066	$\frac{200^*}{265}$	
4. Для разметки диаметров до 3150 мм	Исполнение		l	l_1
	1	2		
	7841-0082	7841-0083	500	550
	7841-0084	7841-0085	1000	1050
	7841-0086	7841-0087	1600	1650
	7841-0088	7841-0089	2000	2050
	7841-0091	7841-0092	3150	3200

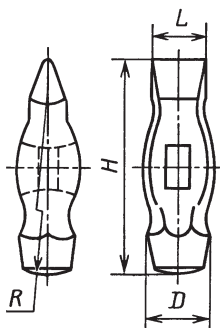
* В знаменателе размер l_1 .

П р и м е ч а н и е. Обозначение разметочного циркуля типа 4 исполнения 1 для разметки размеров $l = 1000$ мм с хромовым покрытием толщиной 9 мкм:

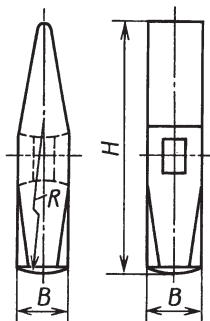
Циркуль разметочный 7841-0084 Х9 ГОСТ 24472–80.

6.3. Слесарные стальные молотки (ГОСТ 2310–77)

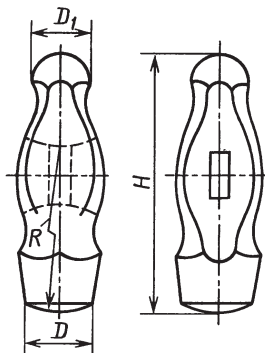
1. С круглым бойком



2. С квадратным бойком



3. С круглым бойком и сферическим носком



Размеры, мм

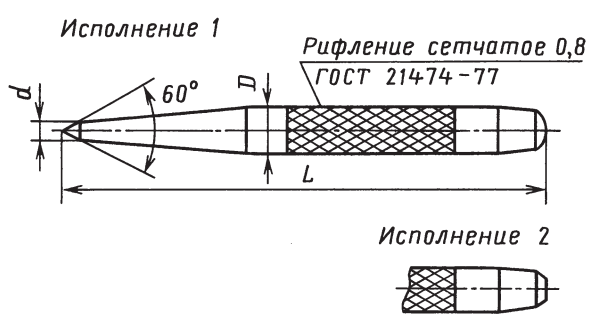
Масса головки молотка, кг	Номинальная длина рукоятки	Тип 1				Тип 2			Тип 3			
		H	L	D	R	H	B	R	H	D	D ₁	R
0,05	200	—				75	11	145	—			
0,10	250	70	16		160	82	15	160				
0,20		80	21	20	190	95	19	190	78	20	20	190
0,40	320	100	26		225	112	25	225	98	26	24	225
0,50		105	30	28	240	118	27	250	102	28	26	240
0,60	360	110		30	250	122	29		108	30	28	250
0,80		120	33	32	265	130	33	265	115	32	30	265
1,00	400	130	34	34	280	135	36	280	125	34	34	280

Примечание. Обозначение головки молотка типа 2 массой 0,20 кг с цинковым покрытием толщиной 15 мкм, хромированным:

Головка молотка 7850-0116/001 Ц15.хр ГОСТ 2310–77.

6.4. Кернеры (ГОСТ 7213–72)

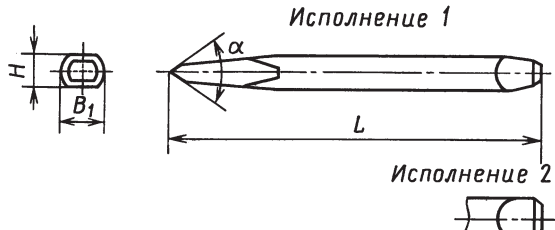
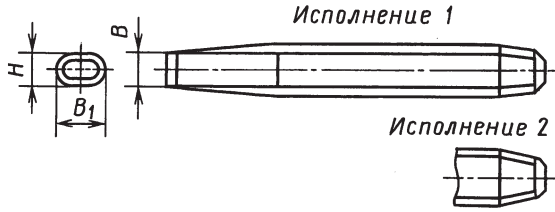
Размеры, мм

 Исполнение 1 Рифление сетчатое 0,8 ГОСТ 21474-77 Исполнение 2	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>L</i>
	2,0	8	110
	3,2	10	
	4,0		125
	6,3	12	140
	8,0	15	160
	10,0	18	

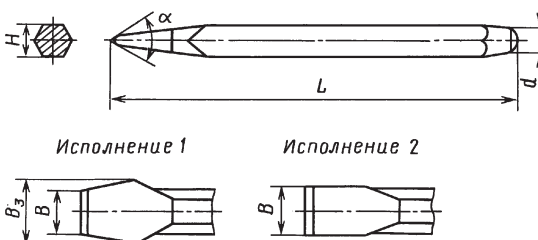
Примечание. Радиус скругления ударного конца не менее 40 мм.

6.5. Слесарные зубила (ГОСТ 7211–86)

Размеры, мм

Тип	Угол заточ- ки α , °	L	B	B_1	H	
1. С державкой плоскоовального сечения		100	5	12	8	
		125	10			
2. С державкой овального сечения			160	16	20	12
			200	20	25	18

Окончание табл. 6.5

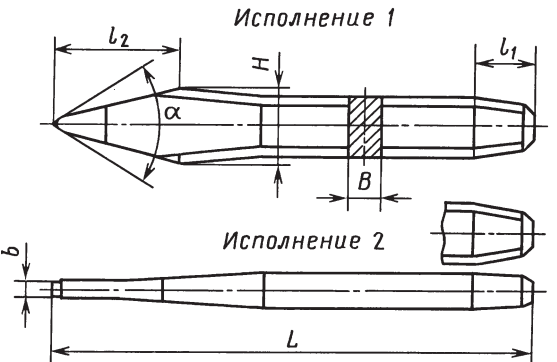
Тип	Угол заточ- ки α , °	L	B	B_3	H	d
3. С державкой шестигранного сечения		125	8	12	8	7
		160	12	20	12	10
		200	16	25	16	14
		250	18	30	18	16

Тип	B	B_1	B_2	L	H	H_1	m
4. С державкой двутаврового сечения	16	11	10	125	8	7	2
	20	12	11	160	10	8	4
	25	20	18	200	12	10	
	30	25	23	250	16	14	

Примечание. Обозначение зубила типа 2 исполнения 1 с размерами $\alpha = 60^\circ$, $L = 160$ мм, $B = 16$ мм, с покрытием H12.X1:
Зубило 2810-0203 H12.X1 ГОСТ 7211–86.

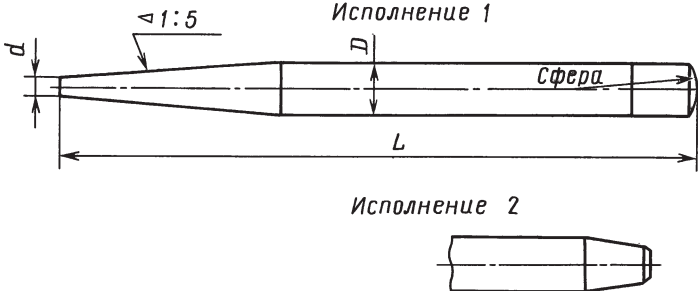
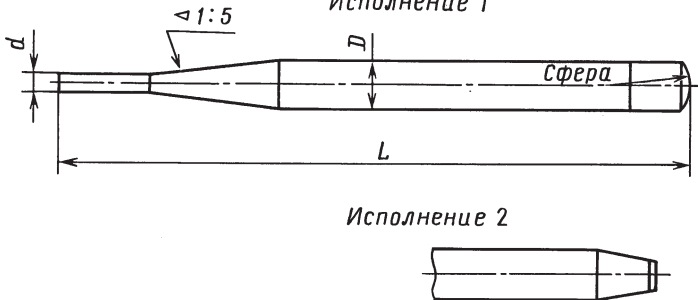
6.6. Слесарные крейцмейсели (ГОСТ 7212–74)

Размеры, мм

	Угол заточ- ки α , °	b	L	B	H	Мас са, кг
	45; 60; 70	2	125	8	16	0,2
		5	160	10	20	0,4
		8				0,6
		10; 12	200	16	35	0,8

6.7. Слесарные бороздки (ГОСТ 7214–72)

Размеры, мм

Тип	d	D	L	Ис- пол- не- ние	
1. С конической рабочей частью 	1,0	6,3	100	1,2	
	2,0	8,0			
	3,2	10,0	125	1	
	4,0		160		
	6,3	12,0			
	8,0	16,0	200		
2. С цилиндрической рабочей частью 	3,2	10	125	1,2	
	4,0		160	1	
	5,0	12			
	6,3				
	8,0	16	200		

Кузнечные тупо- и остроносые кувалды (табл. 6.8. и 6.9) изготавливают из стали 50. Твердость рабочих частей на длине 30 мм 39,5...53 HRC.

Ручные обжимки (табл. 6.10) для холодной высадки полукруглых головок заклепок диаметром 3...8 мм производят из стали У7А или У8А с твердостью (HRC) рабочей части обжима 53...57 на длине 10...15 мм, ударной части 35...40 на длине 15...25 мм.

Ручные буквенные и цифровые клейма (табл. 6.11) предназначены для нанесения букв и цифр на металлические и неметаллические поверхности изделий твердостью до 43,5 HRC. Целые

клейма и державки клейм изготавливают из сталей 8ХФ (группа А) или У7А и У8А (группа В), твердосплавные вставки — из сплавов ВК8 и ВК15. Твердость (HRC) рабочей части стальных клейм на длине не менее 20 мм от рабочего торца 56...60 (группа А) и 54...58 (группа В); твердость ударной части стальных клейм и их державок со вставками на длине не менее 0,6l от торца 41,5...46,5 (группа А) и 36,5...41,5 (группа В).

Ручной инструмент имеет защитно-декоративное покрытие, которое выбирают в зависимости от условий эксплуатации.

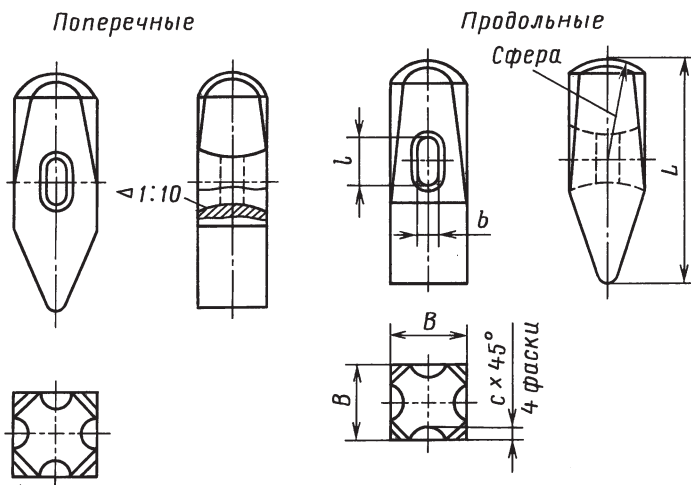
6.8. Кузнечные тупоносые кувалды (ГОСТ 11401–75)

Размеры, мм

	Обозначение	B	L	l	b	Масса, кг
	1212-0001	50	108	36	21	2
	1212-0002	58	120	40	24	3
	1212-0003	62	135			4
	1212-0004	68	142	45	26	5
	1212-0005	72	151			6
	1212-0006	80	166	50	30	8
	1212-0007	85	185			10
	1212-0008	95	180	55	32	12
	1212-0009	100	210			16

6.9. Кузнечные остроносые кувалды (ГОСТ 11402–75)

Размеры, мм

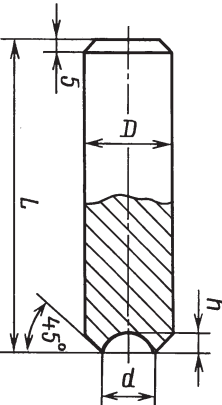


Обозначение кувалды		B	L	l	b	Масса, кг
поперечной	продольной					
1212-0301	1212-0301	58	145	40	24	3
1212-0302	1212-0302	62	162			4

Окончание табл. 6.9

Обозначение кувалды		B	L	l	b	Масса, кг
поперечной	продольной					
1212-0303	1212-0303	68	172	45	26	5
1212-0304	1212-0304	72	190			6
1212-0305	1212-0305	80	195	50	30	8

6.10. Ручные обжимки для заклепок с полукруглой головкой

	Диаметр заклепки	D	d	h	L
	3	12	5,2	1,6	100
	3,5	14	6,0	1,8	
	4,0	16	7,3	2,1	125
	5,0	18	8,7	2,6	
	6,0	20	10,4	3,2	140
	8,0	22	13,5	4,2	160

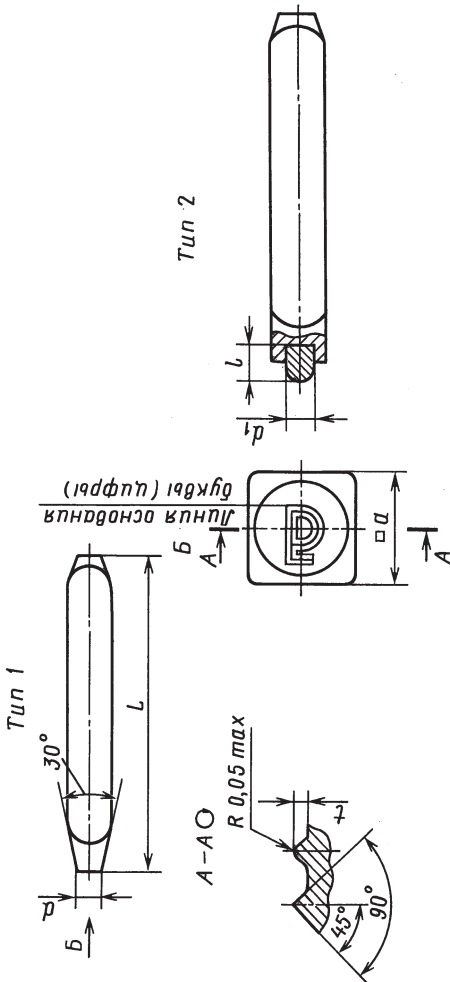
6.2. Зажимный инструмент

К зажимным инструментам относят слесарные и ручные тиски, а также достаточно многочисленную группу шарнирно-губцевых инструментов (пассатижи, плоскогубцы, круглогубцы и кусачки различных конструктивных исполнений). Ведущими производителями этих традиционных инструментов являются НИЗ, ОАО «Новосибирский инструмент» (НИ), ОАО «Глазовский завод «Металлист» (ГЗМ), ОАО «Барановический завод станкопринадлежностей» (далее — БЗСП, Беларусь), ОАО «Металлист» (п. Сосновск), Кнirех (Германия), Matrix (Германия) и некоторые другие отечественные и зарубежные предприятия

Слесарные тиски с ручным приводом (табл. 6.12) с шириной губок 63...200 мм изготавливают трех типов: 1 — общего назначения; 2 — с поворотной губкой для фасонных деталей; 3 — с дополнительными губками для труб. Каждый тип тисков имеет четыре исполнения: 1 — поворотные без ускоренного холостого хода; 2 — то же, с ускоренным холостым ходом; 3 — неповоротные без ускоренного холостого хода; 4 — то же, с ускоренным холостым ходом.

Корпусные детали тисков изготавливают из сталей 45, 45Л или чугуна СЧ20, СЧ25, СЧ30, а сменные планки — из сталей У7, У7А, У8, У8А твердостью 45...53 HRC.

6.11. Ручные буквенные и цифровые клеи (ГОСТ 25726-83)



Размеры, мм

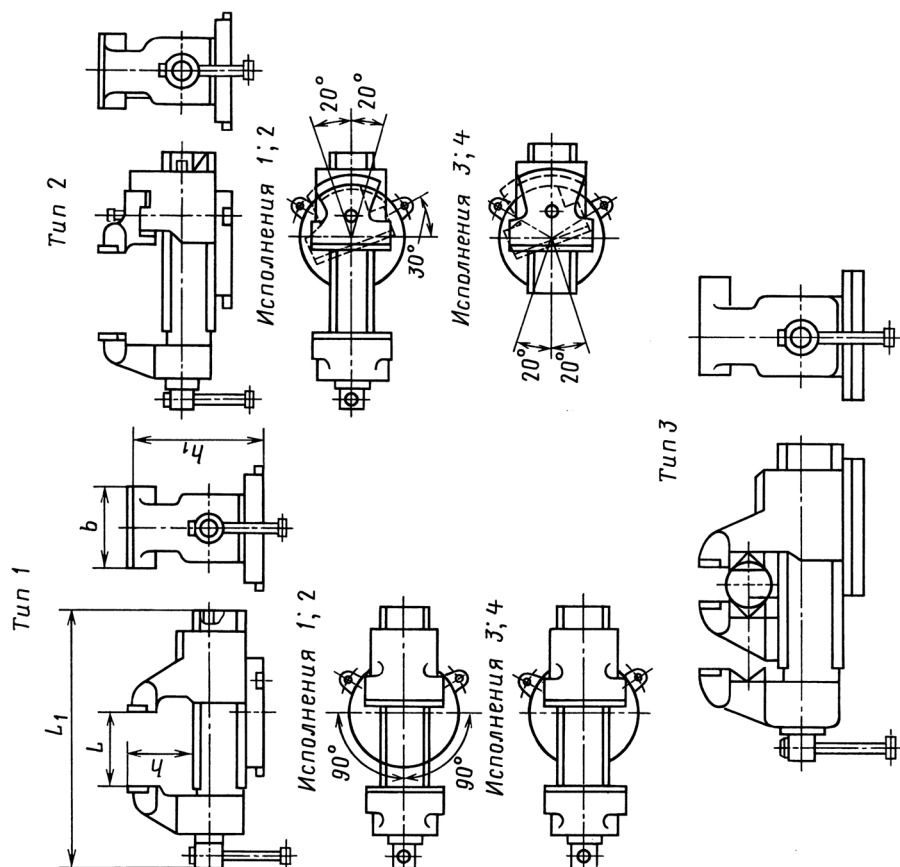
Обозначение клеем				Высота шрифта (ГОСТ 26.020—80)	L	d	d ₁	a	t
Тип 1		Тип 2							
Буквенные	Цифровые	Буквенные	Цифровые						
7858-0121	7858-0141	7858-0051	7858-0071	2	60	4,9	4,4	8	0,90
7858-0122	7858-0142	7858-0052	7858-0072	3		6,3	5,8		1,20
7858-0123	7858-0143	7858-0053	7858-0073	4	80	7,6	7,1	10	1,25
7858-0124	7858-0144	7858-0054	7858-0074	5		8,6	8,1		1,30
7858-0125	7858-0145	7858-0055	7858-0075	6		9,8	9,3	12	

Окончание табл. 6.11

Обозначение клейм			Высота шрифта (ГОСТ 26,020–80)	L	d	d ₁	a	t
Тип 1		Тип 2						
Буквенные	Цифровые	Буквенные	Цифровые	90	11,8	11,3	14	1,30
7858-0126	7858-0146	7858-0056	7858-0076		13,6	13,1	16	
7858-0127	7858-0147	7858-0057	7858-0077		15,6	15,1	18	
7858-0128	7858-0148	7858-0058	7858-0078	100				

Примечание. Обозначение комплекта буквенных клейм со вставками из твердого сплава ВК8 типа 2 с высотой шрифта 5 мм, с хромовым покрытием толщиной 1 мм с подслоем никеля 12 мкм:
Клеймо 7858-0054 ВК8 — Х1Н12 ГОСТ 25726–83.

6.12. Слесарные тиски с ручным приводом (ГОСТ 4045—75Е)



Продолжение табл. 6.12

Исполнение				b	h ₁	L ₁	L	h
1	2	3	4					
Тип 1								
—	7827-0251	7827-0285	7827-0319	63	110	220	80	40
			7827-0322		7827-0356			
	7827-0252	7827-0286	—		150			
—	7827-0253	7827-0287	7827-0323	80	140	380	100	50
			7827-0324		7827-0358			
	7827-0254	7827-0288	—		180			
—	7827-0255	7827-0283	7827-0325	100	230	450	140	65
			7827-0326					
	7827-0256	7827-0292	—					
—	7827-0257	7827-0293	7827-0327	125	200	500	160	75
			7827-0328		7827-0364			
	7827-0258	7827-0294	—		250			

Продолжение табл. 6.12

Исполнение				b	h ₁	L ₁	L	h
1	2	3	4					
Тип 2								
–	7827-0269	7827-0305	7827-0339	100	180	450	140	65
			7827-0342		230			
7827-0272		7827-0306	–					
–	7827-0273	7827-0307	7827-0343	125	200	500	160	75
			7827-0344		250			
7827-0274		7827-0308	–					
–	7827-0275	7827-0309	7827-0345	140	230	560	180	90
			7827-0346		290			
7827-0276		7827-0312	–					
Тип 3								
–	7827-0277	7827-0313	7827-0344	80	200	360	80	75
			7827-0358		240			
7827-0278		7827-0314	–					

Окончание табл. 6.12

Исполнение				b	h ₁	L ₁	L	h
1	2	3	4					
—		7827-0349	—	125	280	450	120	120
		7827-0352			330			
7827-0279	7827-0315	—		125		450	120	120
7827-0282	7827-0316							
—		7827-0353	—	160	3800	380	160	160
		7827-0354			440			
7827-0283	7827-0317							
7827-0284	7827-0318							

Примечание. Обозначение тисков типа 1 исполнения 1 с шириной губок 140 мм:
Тиски 7827-0259 ГОСТ 4045-75Е.

Ручные тиски (табл. 6.13) производят трех типов: 1 — шарнирные; 2 — с коническим креплением; 3 — пружинные. Тиски типа 1 выпускают в трех исполнениях: 1 — без струбцины-наковальни; 2 — со съемной струбциной-наковальней; 3 — с несъемной струбциной-наковальней.

Корпус, наковальня тисков типа 1, губки и рукоятки тисков типа 2 изготовляют из стали 45 или 45Л; корпус тисков типа 3 — из стали 65Г. Твердость губок, наковальни тисков типа 1 не менее 46,5 HRC; губок тисков типов 2 и 3 и рукоятки тисков типа 2 на длине конуса — не менее 40 HRC.

Шарнирно-губцевый инструмент (табл. 6.14– 6.22) — пассатижи, плоскогубцы (комбинированные, переставные и с полукруглыми губками, регулируемые круглогубцы), кусачки торцовые и боковые используют при выполнении слесарно-сборочных операций.

Пассатижи бывают двух исполнений: 1 — длиной 160, 180, 200 мм; 2 — длиной 200, 250, 300 мм. Рычаги пассатижей делают из стали 50, ось пассатижей — из

стали 20. Твердость рабочих элементов губок пассатижей 43,5...49,5 HRC.

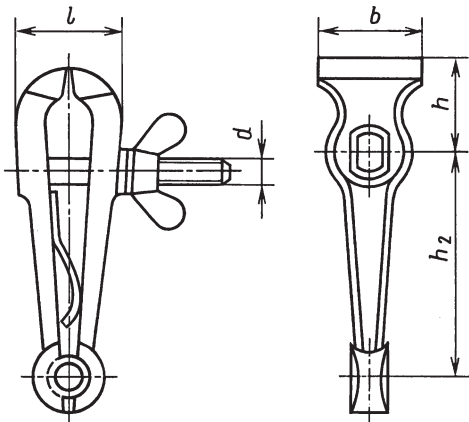
Плоскогубцы изготовляют без изолирующих рукояток или с ними в соответствии с ГОСТ Р 52786–2007 типов: 1 — с короткими губками; 2 — с длинными губками. Их производят из сталей У7А. Твердость зажимных поверхностей должна быть не ниже 43 HRC. На плоских зажимных поверхностях губок (не менее половины их длины от торца) необходимо предусмотреть рифления по ГОСТ 21474–75. Допускается на длине шага от вершины губок рифления не наносить.

Комбинированные плоскогубцы выпускают также в двух исполнениях: 1 — с удлиненными губками (производственного назначения); 2 — с короткими губками (типа Линнеман).

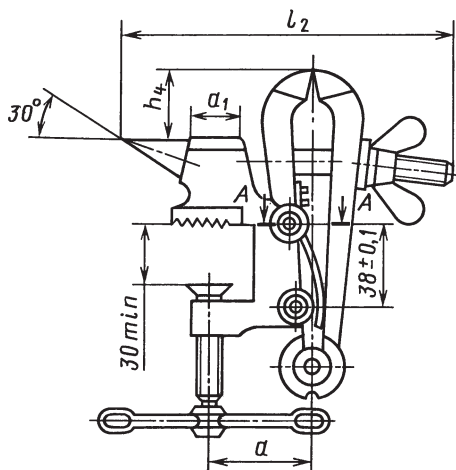
Плоскогубцы изготовляют из сталей 8ХФ и У7А. Твердость должна быть не ниже, HRC:

режущих элементов шарнира . . . 48
режущих кромок губок 53
зажимных поверхностей 43

6.13. Ручные тиски (ГОСТ 28241–89)

		Размеры, мм						
1. Шарнирные		Обозначение тисков	b	Раскрытие губок, не менее	l	h	h_2	d
Исполнение 1 — без струбцины-наковальни								
	7827-0031	36	28	36	27	60	M8	
	7827-0032	40	30	40	31	80	M10	
	7827-0033	45	40	45	40	95		
	7827-0035	50			44	110	M12	
	7827-0037	56	55	48	115	M16		

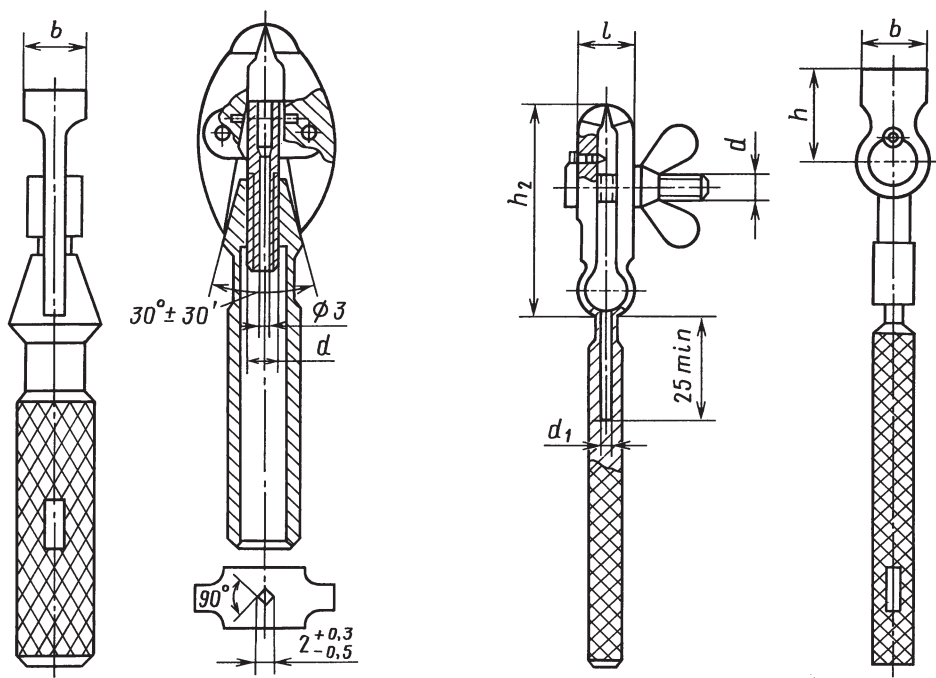
Исполнение 2 — со съёмной струбциной-наковальней



Обозначение тисков	Исполнение	$b \pm 0,5$	l_2	h_3	h_4	a	a_1	a_2
7827-0061	2	45	160	166	35,0	48,5	25	27
7827-0062	3		148		27,0	40,0	16	20
7827-0063	2	50	176	170	38,5	51,5	—	
7827-0064	3							
7827-0065	2	56	181	180	43,0	52,0		
7827-0066	3							

2. С коническим креплением

3. Пружинные



Размеры, мм

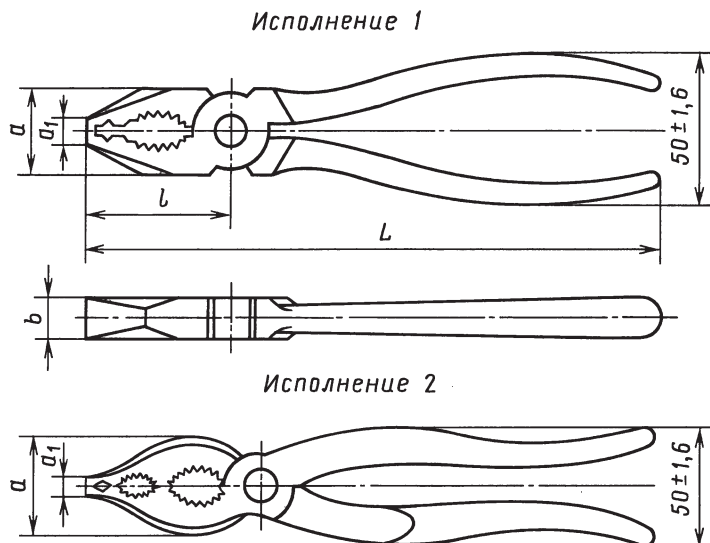
Обозначение тисков	<i>b</i>	Раскрытие губок, не менее	<i>d</i>	Обозначение тисков	<i>b</i>	Раскрытие губок, не менее	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>h</i> ₂	<i>d</i>	<i>d</i> ₁
7827-0055	8	4	M6	7827-0051	6	5,5	11	12	40	M4	2,5
				7827-0052	10	6,5	13	16	46		
7827-0041	16	7	M8	7827-0053	16		15	20	52	M5	3,0
				7827-0054	20	7,0	22	64	64		3,5

Примечания. 1. Обозначение ручных тисков типа 3 с шириной губок *b* = 16 мм с покрытием Х9:

Тиски 7827-0053 Х9 ГОСТ 28241–89.

2. Предельные отклонения размеров, кроме *h* и *d*: Н16, h16, ± $\frac{IT16}{2}$.

6.14. Пассатижи (ГОСТ 17438–72)



Размеры, мм

Обозначение пассатижей	Исполнение	L	l	a	b	a_1
7814-0162	1	160	45	20	10	5
7814-0407		180	50	28		
7814-0161		200	71	32	11	8
7814-0411	2	250	80	40	12	
7814-0412		300	85	45	13	
7814-0413						10

Примечания. 1. Допускается пассатижи 7814-0161 изготавливать с $l = 50$ мм, $a = 26$ мм.

2. Обозначения пассатижей длиной $L = 200$ мм с шероховатостью поверхностей по группе 1 с покрытием Х9 без изолирующих рукояток:

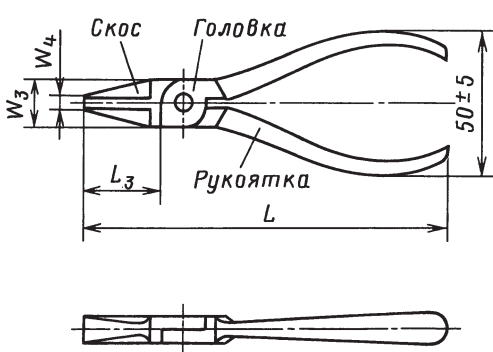
Пассатижи 7814-0161 1 Х9 ГОСТ 17438–72.

То же, с изолирующими рукоятками:

Пассатижи 7814-0161 1 И.Х9 ГОСТ 17438–72.

6.15. Плоскогубцы (ГОСТ 7236–93, ИСО 5743–88, ИСО 5745–88)

Размеры, мм

	Обозначение плоскогубцев	Тип	L	L ₃	W ₃	W ₄
	не более					
	7814-0081	1	125	25	16	3,2
	7814-0082		140	32	18	4,0
	7814-0084		160	40	20	5,0
	7814-0085		180	45		6,0
	7814-0083		200	50	22	6,5
	7814-0086		220	55	24	7,0
	7814-0151	2	140	50	16	3,2
	7814-0152		160		18	4,0
	7814-0153		180	63	20	5,0

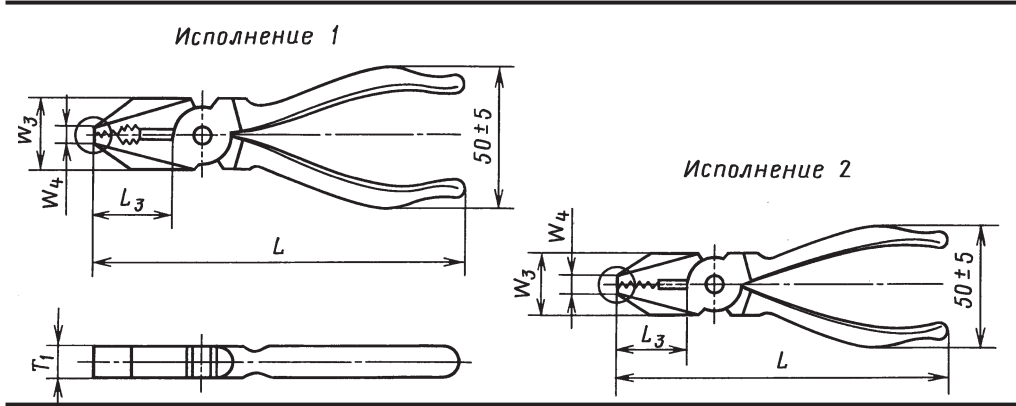
Примечание. Обозначение плоскогубцев типа 1 исполнения 1 длиной 160 мм с покрытием Х9 без изолирующих рукояток:

Плоскогубцы 7814-0084 Х9 ГОСТ 7236–93.

То же, с изолирующими рукоятками:

Плоскогубцы 7814-0084 Х9 ГОСТ 7236–93.

6.16. Комбинированные плоскогубцы (ГОСТ 5547–93, ИСО 5743–88, ИСО 5746–88)

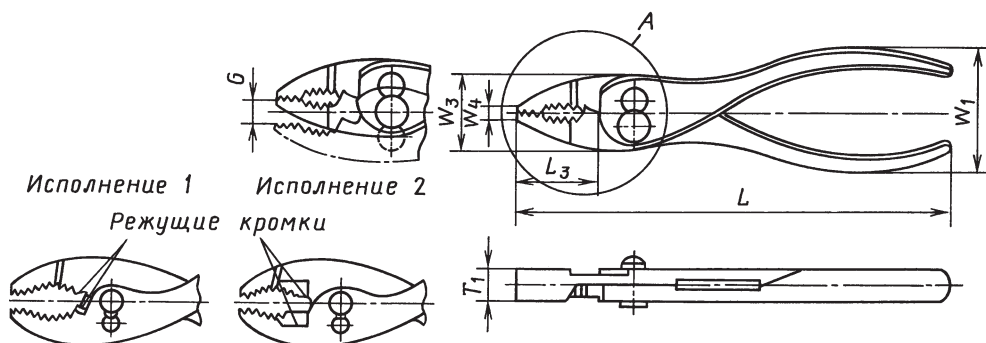


Окончание табл. 6.16

Размеры, мм

Обозначение плоскогубцев	Исполнение	L	L_3	W_3	W_4	T_1
				не более		
7814-0257	1	125	24	20	5,0	10
7814-0258		160	32	24	6,3	11
7814-0259		180	36	28	7,1	12
7814-0261		200	40	32	8,0	14
7814-0262		220	45	36	9,0	16
7814-0263	2	125	20	20	5,0	10
7814-0264		160	28	25	6,3	11
7814-0265		180	32	28	7,1	12
7814-0266		200	36	32	8,0	14
7814-0267		220	41	36	9,0	16

6.17. Переставные плоскогубцы (ГОСТ 17439–72)



1. Для тяжелых условий эксплуатации

Размеры, мм

Обозначение плоскогубцев	L	W_1	W_3	W_4	T_1	L_3	G , не менее
			не более				
7814-0225	160	48	32	8	10	30	7
7814-0226	180		35	10	11		8
7814-0227	200		40	12,5	12,5		9

2. Для нормальных условий эксплуатации

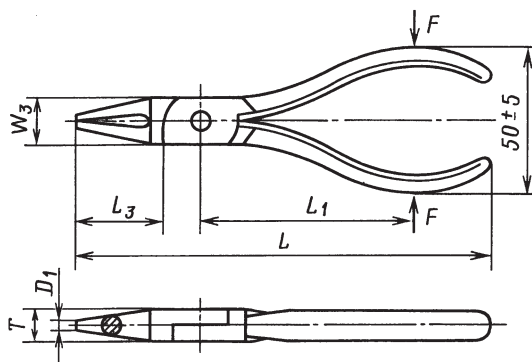
Обозначение плоскогубцев	L	W_1	W_3 , не менее	W_4	T_1 , не более	L_3	G , не более
7814-0221	165	45	27	5	10	30	9
7814-0224	180		28			32	
7814-0222	200		30		11	35	10
7814-0223	250		35		12,5	45	12

1. Без режущих кромок

2. С режущими кромками

Обозначение плоскогубцев	Тип	L	L_3	W_3	W_4	T_1	T_2
				не более			
7814-0291	1	125	35	14	2,0	7	1,5
7814-0294	2						
7814-0297	1	140	40	16	2,5	8	2,0
7814-0301	2						
7814-0304	1	160	50	18	3,2	9	2,5
7814-0307	2						
7814-0311	1	180	55		4,0	10	3,0
7814-0314	2						
7814-0317	1	200	80	22	5,0	11	4,0
7814-0321	2						

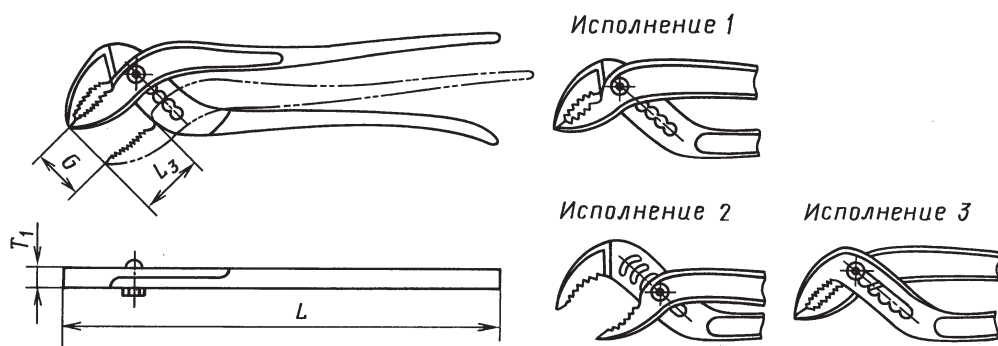
6.19. Круглогубцы (ГОСТ 7283–93)



Размеры, мм

Обозначение круглогубцев	L	L_1	L_3	D_1	W_3	T
				не более		
7814-0113	125	63	25	2,0	16	8
7814-0111	140		40	2,8	17	9
7814-0114	160	71	50	3,2	19	10
7814-0115	180	80	63	3,6	20	

6.20. Плоскогубцы регулируемые
(ГОСТ Р 50072–92, ИСО 5743–88, ИСО 8976–88)



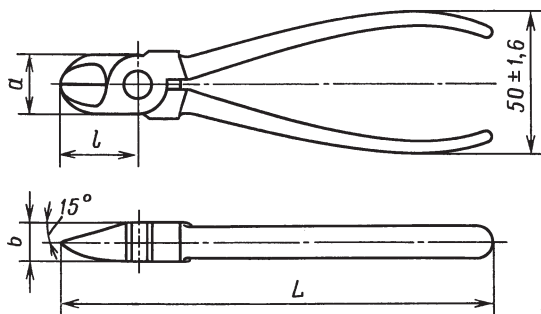
Размеры, мм

Обозначение плоскогубцев	Исполнение	L	L_3 , не менее	T_1 , не более	G , не менее	Число позиций, не менее
7814-0171	1	100	7,5	5	12	3

Окончание табл. 6.20

Обозначение плоскогубцев	Исполнение	L	L_3 , не менее	T_1 , не более	G , не менее	Число позиций, не менее
7814-0172	2	100	7,5	5	12	3
7814-0173	3					
7814-0174	1	125	10	6		
7814-0175	2					
7814-0176	3					
7814-0177	1	160	18	8	16	
7814-0178	2					
7814-0179	3					
7814-0181	1	200	20	9	22	4
7814-0182	2					
7814-0183	3					
7814-0184	1	250	25	11	28	
7814-0185	2					
7814-0186	3					
7814-0187	1	315	35	12	35	
7814-0188	2					
7814-0189	3					
7814-0194	1	400	50	14	80	8
7814-0195	2					
7814-0196	3					
7814-0197	1	500	70	16	125	10
7814-0198	2					
7814-0199	3					

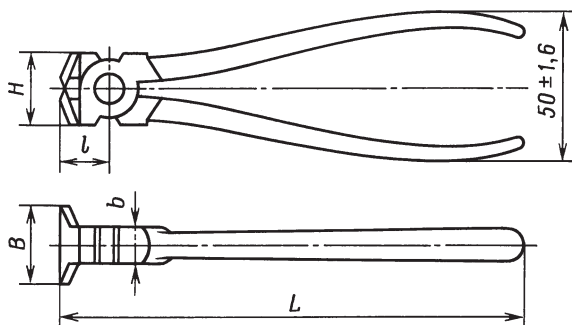
6.21. Кусачки боковые (ГОСТ 28037–89)



Размеры, мм

Обозначение кусачек		L	l	a	b
без изолирующих рукояток	с изолирующими рукоятками				
7814-0132	7814-0135	125	22	16	9
7814-0133	7814-0136	140	25	18	10
7814-0134	7814-0137	160	28	20	11
7814-0403	7814-0404	180	32	26	12
7814-0405	7814-0406	200	34	30	14

6.22. Кусачки торцовые (ГОСТ 28037–89)



Окончание табл. 6.22

Размеры, мм

Обозначение кусачек		<i>L</i>	<i>l</i>	<i>H</i>	<i>B</i>	<i>b</i>
без изолирующих рукояток	с изолирующими рукоятками					
7814-0121	7814-0122	125	13	20	22	10
7814-0123	7814-0124	160	16	26	26	12
7814-0125	7814-0126	180	18	28	30	14
7814-0127	7814-0128	200	20	30	34	16

Переставные плоскогубцы производят двух типов: 1 — для тяжелых условий эксплуатации; 2 — для нормальных условий эксплуатации; исполнений: 1 — с перекусывающимися режущими кромками; 2 — с осевыми прорезями. Рабочая часть плоскогубцев типа 1 должна выполняться из легированной и высоколегированной сталей, а типа 2 — из стали У7, У7А. Твердость зажимных поверхностей губок и режущих кромок плоскогубцев должна быть 47,5...53,5 HRC.

Плоскогубцы с полукруглыми губками двух типов (1 — без режущих кромок — для захвата и манипулирования; 2 — с режущими кромками — для захвата, манипулирования и перекусывания проволоки средней твердости) изготавливают из сталей 8ХФ, У7А, твердостью не ниже, HRC: режущих кромок губок

(для типа 2). 53
зажимных поверхностей 45,5

Круглогубцы выпускают из стали У7А. Твердость зажимных поверхностей должна быть не ниже 45,5 HRC.

Регулируемые плоскогубцы изготавливают трех исполнений: 1 — с переставкой шарнира в отверстиях; 2 — с переставкой шарнира путем фиксации выступов в канавках; 3 — с переставкой шарнира в полутвердостях. Делают их из стали У7А.

Кусачки производят из сталей У7, У7А. Твердость режущих кромок головки кусачек 55,5...61 HRC.

6.3. Ручной инструмент для резки и обработки металла

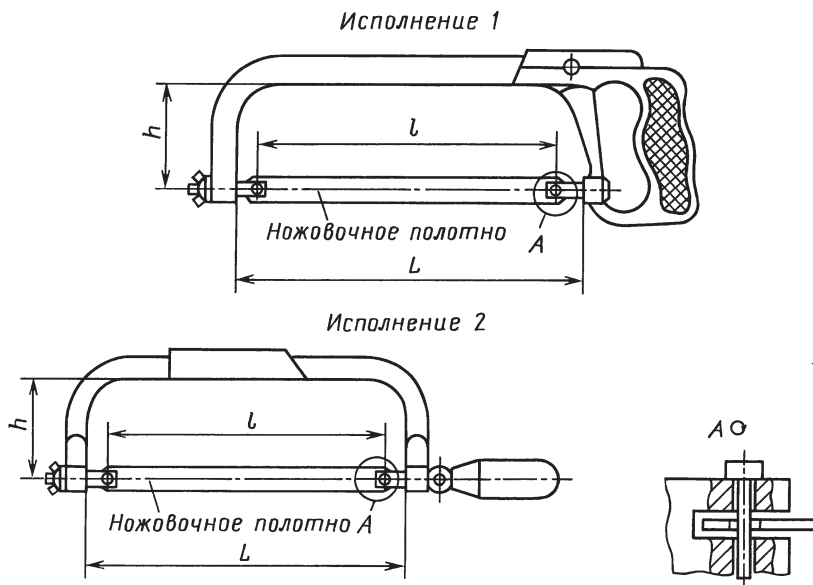
В состав этой группы инструментов для слесарно-сборочных работ включены: ножовочные рамки и полотна, ручные ножницы, надфили и напильники. Ведущими производителями этих традиционных инструментов являются предприятия: Ижсталь, ОАО «Металлист», Matrix (Германия) и другие отечественные и зарубежные предприятия.

Ножовочные ручные рамки (табл. 6.23) изготавливают двух типов: 1 — для работы с ножовочными полотнами длиной 300 мм; 2 — для работы с ножовочными полотнами длиной 250 и 300 мм, т.е. раздвижными.

Ножовочные полотна ручные (табл. 6.24) производят с зубьями с одной и с двух сторон полотна длиной 250 и 300 мм из быстрорежущей стали Х6ВФ, В2Ф с зоной повышенной твердости 61...64 HRC.

Для резки металла применяют **ручные ножницы** трех типов (табл. 6.25): 1 — пряморежущие; 2 — для резки отверстий; 3 — для фигурной резки. Ножницы всех типов могут быть изготовлены в леворежущем исполнении (нижнее лезвие расположено слева), а по заказу — в праворежущем (нижнее лезвие расположено справа). Рычаги ножниц делают из стали У7 или У7А. Режущие элементы ножниц имеют твердость 57,5...61,5 HRC.

6.23. Ножовочные ручные рамки (ГОСТ 17270–71)



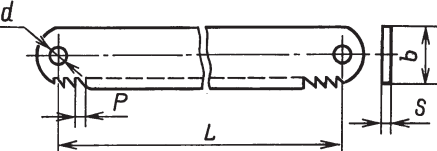
Размеры, мм

Обозначение рамки	Тип	Исполнение	l	h	L
6920-0001	1	1	300	90	340
6920-0010		2		70	
6920-0011				85	
6920-0002	2	1	250	90	290
			300		340
2		250	70	290	
		300		340	
		6920-0021	250	85	290
			300		340

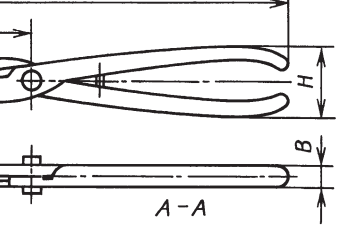
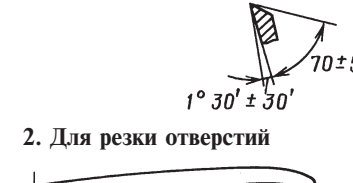
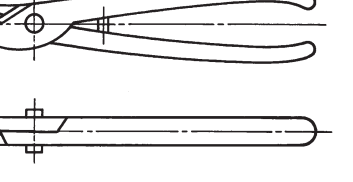
Примечание. Обозначение ножовочной рамки типа 1 исполнения 2 с $h = 90$ мм с хро-
мовым покрытием толщиной 1 мкм и подслоем никеля толщиной 12 мкм:

Рамка 6920-0002 Н12.Х1 ГОСТ 1720–71.

Размеры, мм

	Обозначение полотна	L	b	S	d	Шаг зубьев P
	2800-0001	250	12,5	0,65	4	0,8
	2800-0002					1
	2800-0003					1,25
	2800-0004					0,8
	2800-0005	300				1,0
	2800-0006					1,25
	2800-0007					1,4
	2800-0008					1,6

Размеры, мм

Ножницы		Тип	L	l	H	B
праворежу- щие	леворежу- щие					
1. Пряморежущие 		1	200	63	40	10
2809-0001	2809-0002		250	71		11
2809-0003	2809-0004		320	90	50	13
2809-0005	2809-0006		400	110		16
2. Для резки отверстий 		2	250	63	40	11
2809-0007	2809-0008		320	71	50	13
2809-0009	2809-0010	3	250		40	11
2809-0011	2809-0012		320	80	50	13
2809-0013	2809-0014		400	110		16
3. Для фигурной резки 		3	250		40	11
2809-0015	2809-0016		320	80	50	13
2809-0017	2809-0018		400	110		16

Надфили (ГОСТ 1513–77) предназначены для опилования небольших участков деталей из металлов (рис. 6.1). Надфили изготовляют длиной $L = 100, 120$ и 160 мм соответственно с длиной рабочей части $l = 50, 60$ и 80 мм из инструментальной легированной стали 13X или углеродистых сталей У12, У12А, У13, У13А. Они имеют двойную насечку: основную под углом 45° и вспомогательную под углом 25° к оси надфиля. Узкие стороны плоских и ножовочных надфилей и овальные стороны пазовых надфилей имеют одинарную насечку, которая обозначается десятью номерами: 00; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8.

Твердость и острота зубьев надфиля обеспечивают сцепляемость с контрольной пластиной из стали У10 или У12 твердостью не менее 58 HRC. Стойкость каждой стороны надфиля при обработке деталей твердостью 170...187 HB для надфилей с насечным зубом составляет не менее 90 мин, а для надфилей из углеродистой стали с нарезным зубом — не менее 60 мин.

Слесарные напильники общего назначения (ГОСТ 1465–80) предназначены для опилования металлических деталей и заготовок (рис. 6.2). Напильники изготовляют длиной L , равной 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 мм, соответственно с длиной рабочей части $l = 60; 80; 100; 145; 190; 230; 270; 310; 350$ мм из легированной стали 13X или 14XФ. По твердости (сцепляемости с контрольной пластинкой) различают три исполнения: 01 (60 HRC), 02 (62 HRC); 03 (58 HRC). Напильники имеют перекрестную основную и вспомогательную насечки шести номеров: 0; 1; 2; 3; 4; 5 (или нарезку четырех номеров: 0; 1; 2; 3), которые обеспечивают определенную точность и параметры шероховатости поверхности при опиловании деталей.

Напильники для затачивания пил по дереву (табл. 6.26) предусмотрены типов: трехгранные, ромбические, круглые и плоские исполнений 1 с твердо-

стью 59 HRC и 2 с твердостью 62 HRC. Для изготовления напильников применяют углеродистую сталь У13 или У13А. Насечки на напильниках выполняют двойными под углом 60° к оси.

6.4. Инструмент для обработки отверстий

К этой группе инструментов для слесарно-сборочных работ относят: сверла, развертки, зенковки и зенкеры. Основными производителями этих инструментов являются ОАО «Винницкий инструментальный завод» (Украина) и ОАО «Томский инструментальный завод» (Россия).

При выполнении слесарно-сборочных работ в основном применяют **спиральные сверла**. Сверлением получают отверстия с точностью H11...H14 и шероховатостью до $R_z = 40$ мкм. Спиральные сверла изготовляют повышенной точности классов А1 или А и нормальной точности классов В1 или В из сталей Р18, Р12, Р9, Р6АМ5, Р6АМ5Ф3, Р6П5К5 и Р9М4К8.

Принята единая градация диаметров сверл (ГОСТ 885–77), охватывающая отверстия диаметром до 80 мм. Сверла диаметром 1...3 мм имеют градацию через 0,05 мм; диаметром 3...13,7 мм — через 0,1 мм; диаметром 13,75...49,50 мм — через 0,5; 0,1; 0,15; 0,25 мм и диаметром 52...80 мм — через 1 мм.

Спиральные сверла с цилиндрическим хвостовиком выпускают короткой серии (ГОСТ 4010–77) диаметром 0,5...40 мм, средней (ГОСТ 10902–77) диаметром 0,3...20 мм и длинной (ГОСТ 12122–77), диаметром 1...9,5 мм и диаметром 1...31,5 мм (ГОСТ 886–77). Спиральные сверла с коническим хвостовиком «конус Морзе» изготовляют нормальные (ГОСТ 10903–77) диаметром 5...80 мм, длинные (ГОСТ 12121–77) диаметром 6...30 мм и удлиненные (ГОСТ 2092–77) диаметром 6...30 мм. Для обработки труднодоступных мест

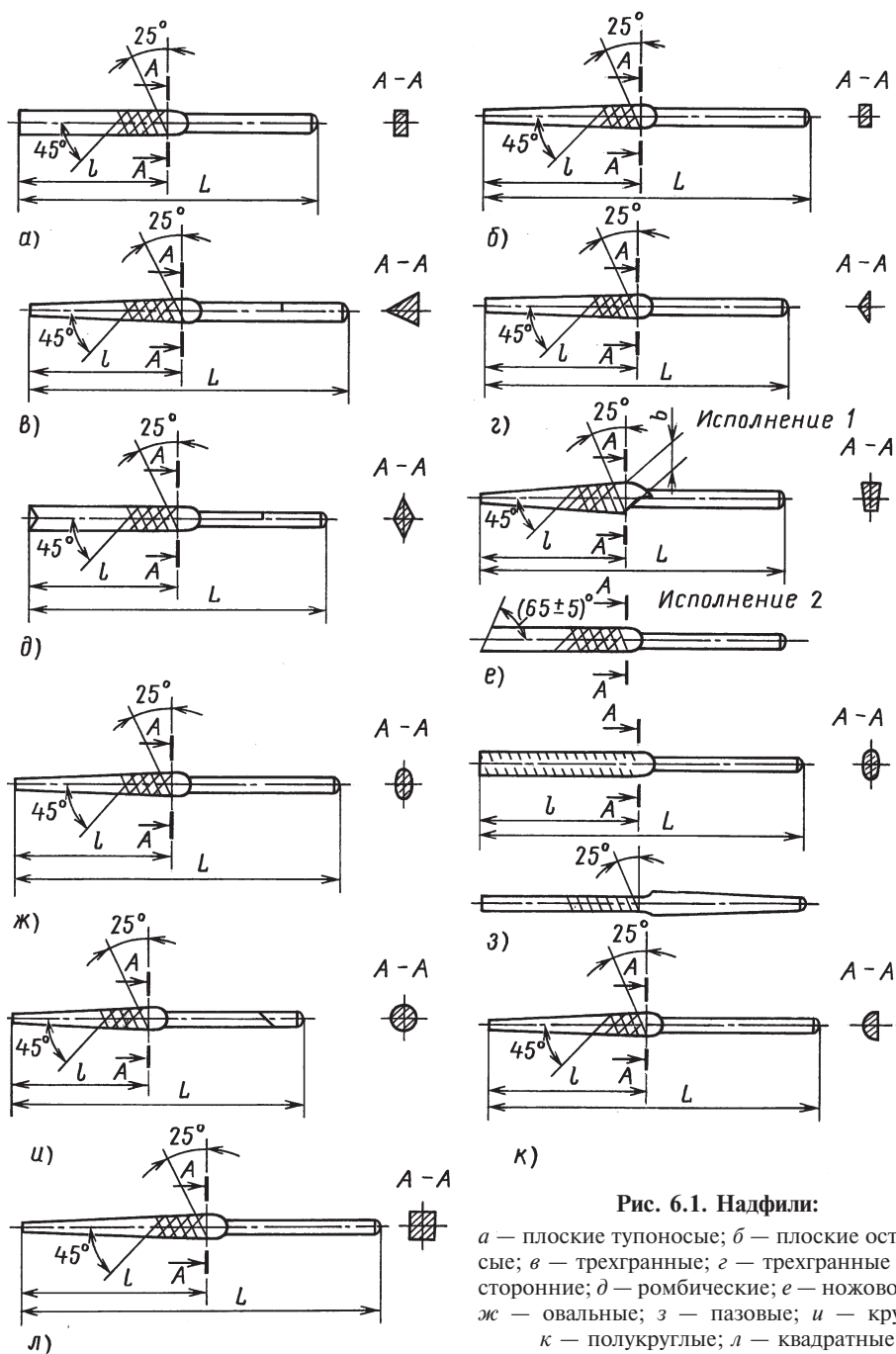


Рис. 6.1. Надфили:

а — плоские тупоносые; б — плоские остроносые; в — трехгранные; г — трехгранные односторонние; д — ромбические; е — ножовочные; ж — овальные; з — пазовые; и — круглые; к — полукруглые; л — квадратные

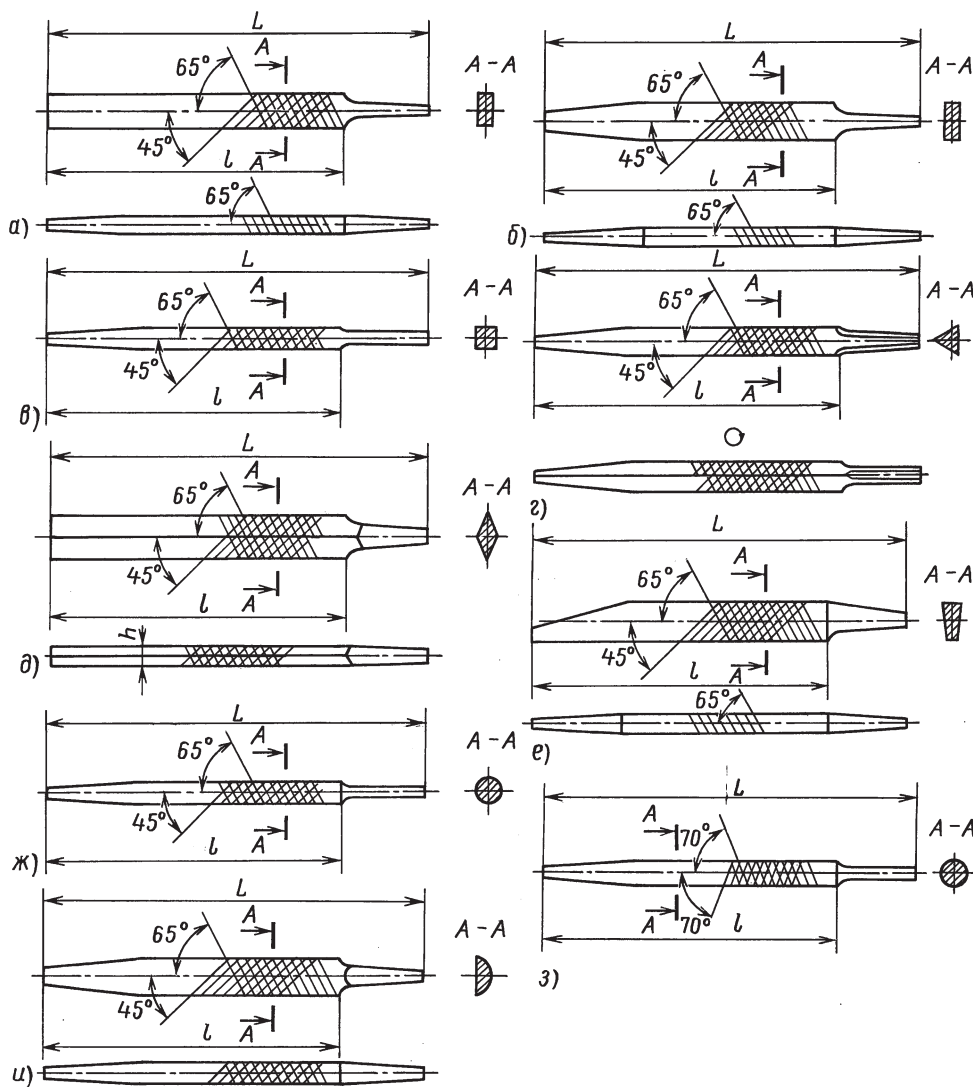


Рис. 6.2. Напильники:

а — плоские тупоносые; *б* — плоские остроносые; *в* — квадратные; *г* — трехгранные; *д* — ромбические; *е* — ножовочные; *ж* — круглые; *з* — круглые с насеченными зубьями; *и* — полукруглые; *l* — длина ручки

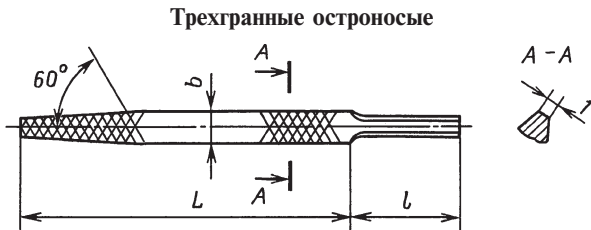
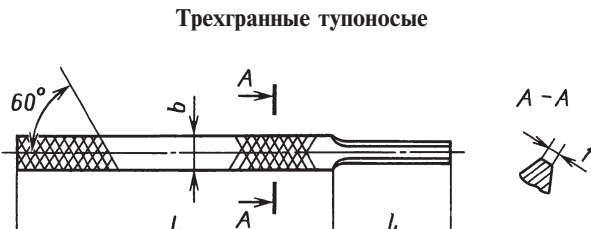
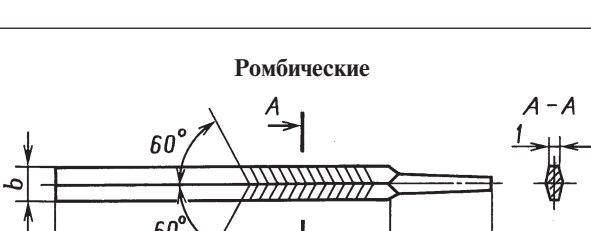
предусмотрены сверла диаметром 6,1... 10 мм с цилиндрическим хвостовиком сверхдлинной серии.

Сверла изготовляют повышенной стойкости и производительности с износостойким покрытием и термомеханиче-

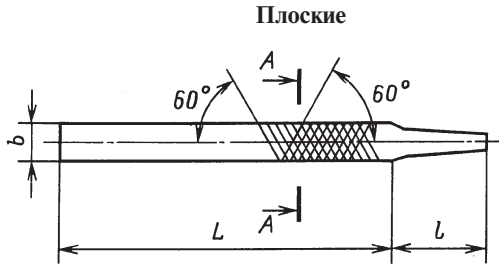
ским упрочнением. Для обработки за один проход сквозных отверстий под резьбовые крепежные детали используют спиральные ступенчатые сверла (ГОСТ 28319—89, 28320—89) также с цилиндрическим и коническим хвостовиками.

6.26. Напильники для затачивания пил по дереву (ГОСТ 6476–80)

Размеры, мм

	Обозначение		L	l	b
	Исполнение 1	Исполнение 2			
Треугольные остроносые 	2833-0001	2833-0002	150	50	9
	2833-0003	2833-0004			13
	2833-0023	2833-0024	200	55	16
Треугольные тупоносые 	2833-0005	2833-0006	150	50	9
	2833-0007	2833-0008			3
	2833-0025	2833-0026	200	55	16
Ромбические 	2833-0009	2833-0010	150	50	19
	2833-0011	2833-0012			24
Круглые 	—	2833-0014	150	50	5
		2833-0020			7,5

Окончание табл. 6.26

	Обозначение		L	l	b
	Исполнение 1	Исполнение 2			
	2833-0021	2833-0022	200	55	10,0
	2833-0015	2833-0016	150	50	18

Примечания. 1. Напильники исполнения 1 изготавливают с перекрестной насечкой, а исполнения 2 — с одинарной насечкой.

2. Обозначение ромбического напильника с $b = 19$ мм исполнения 1:

Напильник 2833-0009 ГОСТ 6476—80.

Спиральное сверло состоит из двух конструктивных элементов: рабочей части и хвостовика. Рабочая часть сверла осуществляет процесс резания и отвод стружки, формирует поверхность обрабатываемого отверстия и направляет сверло при обработке (рис. 6.3). Она выполнена в виде двух зубьев 1 и 3, образованных спиральными канавками 2 и 4 и связанных между собой сердцевиной. Рабочая часть, изготовленная из инструментальной стали, позволяет многократно перетачивать сверло в процессе эксплуатации. Режущая часть сверла имеет пять режущих кромок: две главные 6 и 7, поперечную (перемычку) 9 и две вспомогательные (по ленточкам) 5 и 8.

Передними поверхностями резания являются поверхности канавок; иногда их специально затачивают, создавая определенные передние углы. Задние поверхности сверла могут быть плоские, конические, цилиндрические в зависимости от способа их заточки. Вспомогательные задние поверхности выполняют по цилиндру в виде ленточек в поперечном сечении сверла.

Главные режущие кромки образуют между собой угол 2ϕ (угол в плане каждой режущей кромки), а к основной плоскости они наклонены под углом λ ,

имеющим положительное значение. От угла 2ϕ зависят толщина и ширина срезаемого слоя и соотношение между радиальными и осевыми силами резания.

С увеличением угла 2ϕ возрастает осевая сила, но снижается радиальная сила резания (уменьшается крутящий момент).

С изменением угла 2ϕ изменяются передний угол, форма главной режущей кромки, а также передние углы поперечной режущей кромки. Рекомендуются следующие значения угла 2ϕ в зависимости от материала детали, °:

Углеродистая конструкционная сталь	116...120
Коррозионно-стойкая сталь, стали высокой прочности, жаропрочные сплавы	125...130
Титановые сплавы	140
Чугун средней твердости и твердая бронза	90...100
Твердый чугун.	120...125
Латунь, алюминиевые сплавы, баббит	130...140
Медь	125
Пластмассы	80...110
Мрамор	80...90

Передний угол γ в каждой точке режущей кромки имеет разное значение, так как переменным является и угол на-

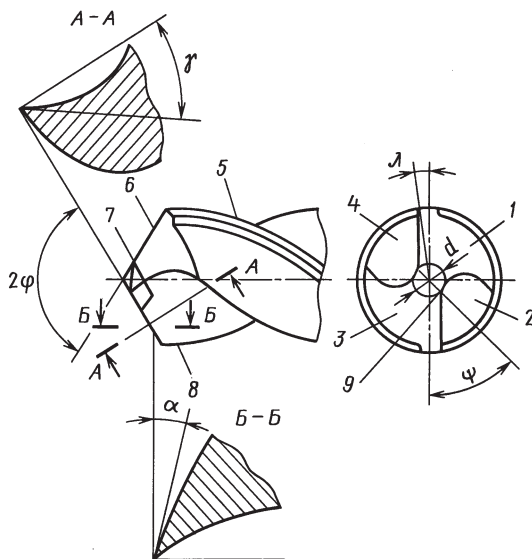


Рис. 6.3. Рабочая часть спирального сверла

клона спирали. Передние углы на поперечной режущей кромке отрицательные и равны примерно 60° . При таких значениях углов поперечная кромка практически не режет, а вдавливают, скоблит металл. Длина поперечной режущей кромки сверл в значительной степени влияет на осевую силу резания. С целью снижения последней и улучшения условий работы поперечную кромку уменьшают путем подточки.

Наклон перемычки под углом ψ получается в результате заточки задних поверхностей. Обычно $\psi = 55^\circ$. Задний угол α , так же, как и передний, меняется по всей длине режущей кромки. Изменение угла α определяется способом образования поверхностей.

Сверла затачивают различными способами. Наиболее простая заточка — одноплодностная, не требующая специального заточного оборудования или сложных приспособлений. Однако при диаметре сверл свыше 10 мм спад от точки 1 до точки 2 (рис. 6.4, а) может быть недостаточен и возможно трение поверхностей сверла и детали.

Двухплоскостная заточка (рис. 6.4, б) исключает указанный выше недостаток; ее применяют как при изготовлении сверл, так и при их переточке. Поверхность 3 образующую главную режущую кромку, затачивают под углом $\alpha = 5 \dots 15^\circ$, поверхность 4 — под углом $\gamma = 20 \dots 30^\circ$. Поверхности 3 и 4 формируют поперечную режущую кромку и ее передние поверхности. Достоинством двухплоскостной заточки является то, что поперечная кромка имеет пирамидальную форму, способствующую самоцентрированию сверла; можно также получать любые оптимальные задние углы сверла.

Наибольшее распространение получил метод заточки, при котором задняя поверхность 5 представляет собой участок конической формы (рис. 6.4, в). Задняя поверхность может формироваться участком цилиндра или винтовой поверхности, однако для такой заточки необходимо специальное оборудование или приспособления.

Задний угол α обычно рассматривают в сечении, параллельном оси сверла. Для сверл общего назначения $\alpha = 10 \dots 15^\circ$.

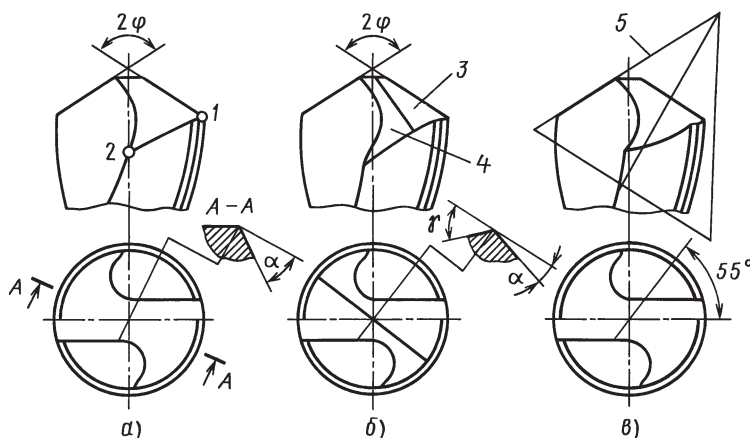


Рис. 6.4. Схемы заточки задних поверхностей спиральных сверл

Обязательным условием при заточке сверл является обеспечение симметричности режущих кромок относительно оси сверла.

Ленточки сверла служат для формирования поверхности обрабатываемого отверстия, направления сверла и гарантируют возможность многократной переточки. По ленточкам сверла имеют обратную конусность, которая на 100 мм длины для сверл диаметром до 10 мм составляет 0,03...0,08 мм, для сверл диаметром 10...18 мм равна 0,04...0,10 мм и для сверл диаметром свыше 18 мм составляет 0,05...0,12 мм.

Наиболее напряженные участки сверла — в точках перехода главных кромок во вспомогательные (ленточки). Для уменьшения выделения теплоты рекомендуется затачивать переходные режущие кромки с углом 70...75°. Такая заточка повышает стойкость сверла, позволяет увеличить на 25...30 % скорость резания. Заточка переходных режущих кромок рекомендуется для сверл диаметром более 10 мм. Облегчает процесс резания и увеличивает стойкость инструмента подточка поперечной кромки (перемычки), целями которой являются уменьшение отрицательного переднего угла и укорочение этой перемычки.

Назначение рационального режима резания при сверлении заключается в наиболее эффективном сочетании скорости резания и подачи, обеспечивающих максимальную производительность при нормативной скорости инструмента и правильном использовании эксплуатационных возможностей станка. При сверлении и рассверливании подачу выбирают в зависимости от параметра шероховатости и точности обработки, диаметра отверстия, материала детали.

Для сверл из быстрорежущей стали установлены три группы подач. Поддачи группы I назначают при сверлении отверстий в жестких деталях без допуска под последующую обработку сверлом, зенкером или резцом. При меньших подачах группы II рекомендуется сверлить отверстия в деталях средней жесткости с допуском 12-го качества точности. Поддачи группы III применяют при сверлении точных отверстий с допуском 11-го качества под развертывание и нарезание резьбы метчиком, сверление отверстий в нежестких деталях.

Сверление отверстий в чугунных деталях сверлами с пластинами из твердого сплава рекомендуется проводить с меньшими подачами, чем сверлами из быст-

порежущей стали. В этом случае используют две группы подачи: I — для обработки отверстий 12–14-го квалитетов точности под последующую обработку зенкером или резцом; II — для сверления более точных отверстий под развертывание и нарезание резьбы. Отверстия в деталях из коррозионно-стойкой или жаропрочных сталей и титановых сплавов обрабатывают при небольших подачах.

При сверлении на скорость резания наибольшее влияние оказывают свойства материала детали, подача и диаметр сверла. При обработке деталей из легированных сталей скорость резания на 10...30 % ниже, чем деталей из углеродистых сталей, а при обработке деталей из коррозионно-стойких, жаропрочных и титановых сплавов скорости резания не превышают 15...20 м/мин. Подача существенно влияет на скорость резания, так как повышаются температура в зоне резания, давление стружки на передние поверхности, а следовательно, и износ сверла. От правильного выбора скорости резания зависят стойкость и долговечность инструмента, качество обрабатываемых отверстий.

Твердосплавные сверла предназначены для обработки отверстий в деталях из чугуна, термообработанных углеродистых, коррозионно-стойких, жаропрочных и кислотостойких сталей, титановых сплавов, бетона. При правильной эксплуатации стойкость твердосплавных сверл в 10...40 раз выше стойкости быстрорежущих сверл при одновременном увеличении производительности труда в 2...4 раза. Сверла диаметром до 5 мм изготавливают цельнотвердосплавными диаметром 5...12 мм — как с напаянной пластиной, так и цельнотвердосплавными, диаметром 12...30 мм — с твердосплавной напаянной пластиной. Сверла диаметром 6...12 мм, оснащенные твердосплавной пластиной, имеют цилиндрический хвостовик, а диаметром 10...30 мм — конический хвостовик.

Сверла с коническим хвостовиком имеют следующие конусы Морзе:

Диаметры сверл, мм	Конус Морзе
ГОСТ 2092–77 и 12121–77	
6...14	1
14,25...23	2
23,25...30	3
ГОСТ 10903–77 (с нормальным хвостовиком)	
5...14	1
14,25...23	2
23,25...31,75	3
32...50,50	4
51...76	5
76...80	6
ГОСТ 10903–77 (с усиленным хвостовиком)	
12...14	2
18,25...23	3
26,75...31,75	4
40,50...50,50	5
64...75	6

Предусмотрены четыре разновидности цельных стандартных твердосплавных сверл. Сверла с цилиндрическим хвостовиком диаметром 1,5...6,5 мм (ГОСТ 17273–71) имеют твердосплавную рабочую часть $l = (3...5)D$, впаянную в цилиндрический стальной хвостовик большого диаметра. Сверла диаметром 1...12 мм (ГОСТ 17274–71) имеют удлиненную рабочую часть, а диаметром 3...12 мм (ГОСТ 17275–71) — удлиненные хвостовик и рабочую часть. Эти сверла удобны в эксплуатации и позволяют работать с применением кондукторных втулок при сверлении отверстий глубиной до трех-четырех диаметров. Твердосплавные сверла с коническим хвостовиком диаметром 6...12 мм (ГОСТ 17276–71) лучше центрируются в шпинделе при большей жесткости их крепления. Геометрические параметры режущей части цельных твердосплавных сверл: угол при вершине 2ϕ , задний угол α и передний угол γ_f упрочняющей фаски — выбирают в зависимости от материала детали и его прочности (табл. 6.27).

Размеры сверлильных трехкулачковых патронов приведены в табл. 6.28.

Отверстия следует сверлить с использованием смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС), в качестве которых применяют эмульсол «Укринол-1» или масляные ОСМ-3, МР-1 и др. В процессе эксплуатации сверл необходимо следить за износом режущих кромок и своевременно их перетачивать.

Развертки предназначены для обработки цилиндрических и конических отверстий с высокой точностью как вручную, так и на станках сверлильной, токарной и расточной групп. Развертки применяют после предварительной обработки отверстий зенкером, расточным резцом либо сверлом. С помощью раз-

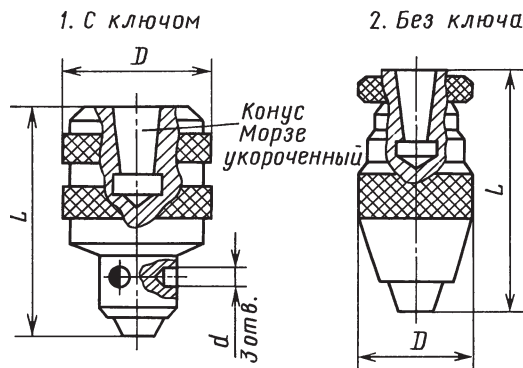
верток обрабатывают отверстия 6...11-го квалитетов точности с параметром шероховатости $Ra = 0,8...1,6$ мкм.

Применяемые при сборке машин и механизмов цилиндрические и конические развертки по конструкции подразделяют на цельные, регулируемые и со вставными зубьями. Различают развертки с прямыми и спиральными зубьями. Регулируемые развертки имеют продолжительный срок службы; регулируемую развертку можно быстро и точно настроить на требуемый размер. Рабочая часть разверток характеризуется формой, длиной режущей части $l_{1,2}$, углом в плане φ , передним γ и задним α углами, главными углами, шириной ленточки f на калибрующей части, расположением

6.27. Рекомендуемые геометрические параметры заточки цельных твердосплавных сверл, °

Материал детали	2φ	α	γ_f
Углеродистые и легированные конструкционные сплавы с НВ:			
150...200	118...120	12...15	Без фаски
200...300	125...130	10...12	
Св. 300	150	7...10	
Коррозионно- и кислотостойкие стали с НВ:			
150...200	118	15	0...15
400 и более	125...135	10...12	
Жаропрочные стали и сплавы с σ_B , МПа:			
1200	130...140	12...15	0...5
1600	127...130	10...12	-12...-15
Титановые сплавы с $\sigma_B = 1100$ МПа	120...140	12...14	0...3
Чугун с НВ:			
до 170	90...100	12...15	0
170...250	118	10...12	
300 и более	120...135	5...7	

6.28. Сверлильные трехкулачковые патроны



Размеры, мм

Типоразмер патрона	Диапазон диаметров сверл	D	L	d	Конус Морзе (ГОСТ 9953–82)
		не более			

Патроны с ключом (ГОСТ 8522–79)

4	0,5...4	28	45	4	B10
6	0,5...6	35	55		B12
8	1,0...8	40	60	6	B16
10	1,0...10	45	75		
13	1,0...13	52	93	8	B18
16	3,0...16	58	104		B22
20	5,0...20	78	130	9	

Патроны без ключа (ГОСТ 15935–88)

4	0,2...4	28	52	—	B10
6	0,5...6	25	62		B12
8	0,5...8	40	72		B16
10	1,0...10	45	97		
13	1,0...13	52	110		
16	3,0...16	56	114		B18

и числом зубьев, углом их наклона к оси (рис. 6.5).

Заточку режущей части различной формы применяют в зависимости от характера и точности обрабатываемого отверстия и материала детали. При наиболее распространенной и универсальной форме угол в плане $\varphi = 45^\circ$ (рис. 6.5, а). Такая заточка необходима для обработки сквозных и глухих отверстий 8...9-го квалитетов в деталях из вязких и хрупких материалов. Заточку с углом (рис. 6.5, б)

предусматривают для обработки сквозных отверстий 7...9-го квалитетов точности. Для создания осевых сил такую заточку используют на ручных развертках. Для обработки деталей из вязких материалов рекомендуется угол $\varphi = 15^\circ$, а из хрупких $\varphi = 5^\circ$. На ручных развертках $\varphi = 1...2^\circ$, у котельных разверток $\varphi = 2...3^\circ$.

Форма режущей части, показанная на рис. 6.5, в, применяется при обработке отверстий 6...11-го квалитетов точности и считается основной для твердосплавных

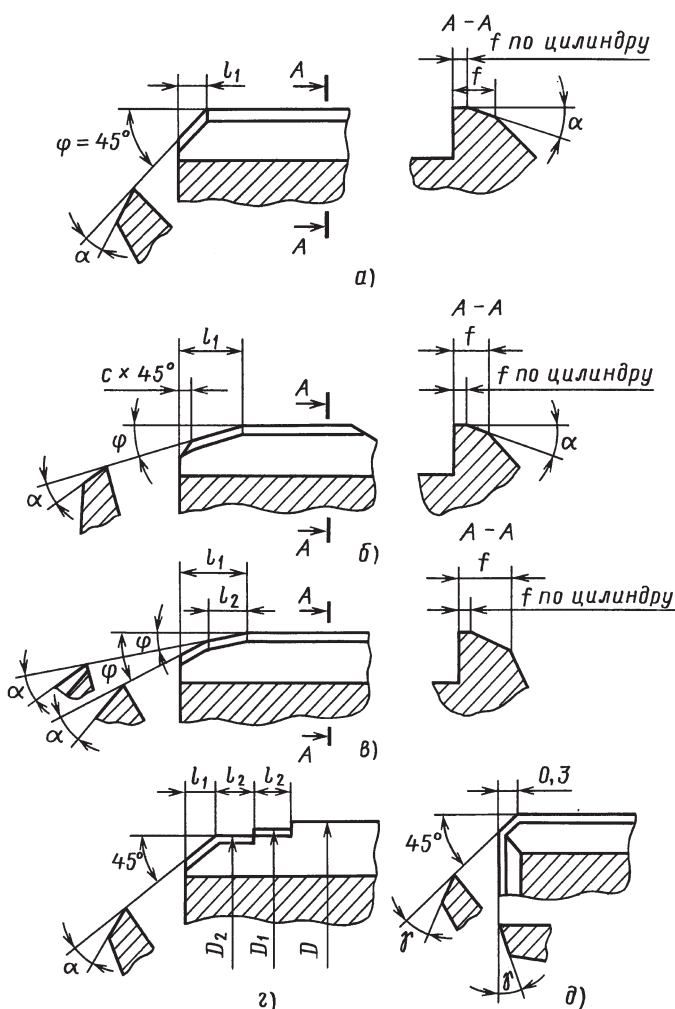


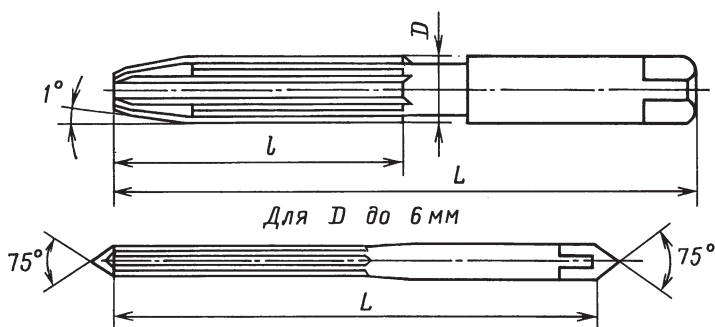
Рис. 6.5. Геометрические параметры развертки

разверток при обработке деталей из труднообрабатываемых материалов. При обработке деталей из вязких сталей и легких сплавов применяют развертки с кольцевой заточкой (рис. 6.5, *з*); диаметры ступеней $D_1 = D = 0,2$ мм; $D_2 = D - (0,4...0,5)$ мм. Развертки с кольцевой заточкой могут работать с большими припусками. Для обработки глухих отверстий

используют развертки с заточкой торцовых режущих кромок (рис. 6.5, *а*).

Ручные цилиндрические чистовые развертки служат для обработки отверстий с полями допусков по K6, Js6, H6, G6, N7, M7, K7, Js7, H7, G7, F8, E8, H8, F9, D9, H9, H10, H11, P7 и E9; с припуском под доводку — № 1...6; черновые — с полем допуска по U8 (табл. 6.29).

6.29. Ручные цилиндрические развертки ГОСТ (7722–77)



Размеры, мм

<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>
1,0	38	18	3,2	62	31	6,0	93	47	11,5	142	71
1,1			3,4			6,3			12,0		
1,2	41	20	3,5	71	35	6,5	107	54	13,0	163	81
1,4			3,6			7,0			14,0		
1,5			3,8			7,5			15		
1,6	44	21	4,0	76	38	8,0	115	58	16	175	87
1,8	47	23	4,2			8,5			17		
2,0	50	25	4,5	81	41	9,0	124	62	18	188	93
2,2	54	27	4,8			9,5			19		
2,5	58	29	5,0	87	44	10,0	133	66	20	201	100
2,8	62	31	5,2			10,5			21		
3,0			5,5	93	47	11,0	142	71	22	215	107

Окончание табл. 6.29

<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>
23	215	107	34	284	142	45	326	163	56	367	184
24	231	115	35			46			58		
25			36			47			60		
26	247	124	37	305	152	48	347	174	62	387	194
27			38			50			63		
28			40			52			67		
30			42			55	367	184	71	406	203
32	265	133	44	326	163						

Примечание. Развертки всех диаметров могут быть исполнения 1 с прямыми канавками, исполнения 2 с винтовыми канавками.

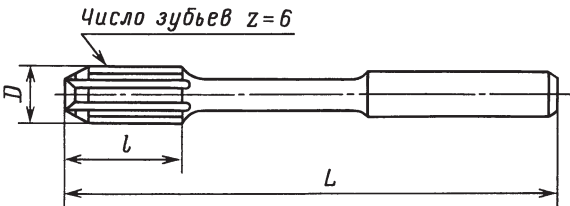
Ручные и машинные развертки изготавливают из легированной 9ХС или быстрорежущей стали. Твердость (HRC) поверхности рабочей части разверток из стали 9ХС диаметром до 8 мм составляет 61...63, диаметром свыше 8 мм равна 62...64; разверток из быстрорежущей стали диаметрами до 8 и свыше 8 мм равняется соответственно 61...63 и 62...65. Машинные развертки оснащают пластинами из твердого сплава ВК6, ВК8, ВК6М, Т15К6, Т14К8, Т5К10. Развертки, выполненные с цилиндрическим хвостовиком, заканчивается квадратом, твердость которого 30...45 HRC. Особенностью разверток является длинная рабочая часть, что обеспечивает хорошее направление и центрирование в процессе обработки. Машинные цельные развертки с цилиндрическим и коническим хвостовиками, а также насадные используют для обработки отверстий с теми же полями допусков, что и ручные (табл. 6.30, 6.31).

Конические развертки предназначены для обработки конических отверстий с конусностью 1 : 50; 1 : 30; 1 : 20;

1 : 16; 1 : 10; 1 : 7 и конусами Морзе. Особенностью конических разверток является отсутствие калибрующей части. Геометрические параметры конических разверток для обработки отверстий муфт, корпусов, кранов, шпинделей приведены в табл. 6.32 и 6.33. Развертывание проводят с применением СОТС.

Зенковки предназначены для обработки опорных поверхностей под крепежные винты. Выполняются они со сменной цапфой, размеры которой выбирают в зависимости от диаметра основного отверстия. Зенковки с цилиндрическим хвостовиком выпускают диаметром 15; 18; 20; 22 и 24 мм, а с коническим хвостовиком — диаметром 15; 18; 20; 22; 24; 26; 30; 32; 33; 34; 36 и 40 мм. Зенковки, рассчитанные на обработку центровых отверстий и опорных поверхностей под винты с конической головкой, производят с углом конуса 60, 90 и 120°. Такие зенковки с цилиндрическим хвостовиком изготавливают диаметром 8; 10; 12; 16; 20; 25 мм, с коническим хвостовиком — диаметром 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63 и 80 мм.

6.30. Машинные цельные развертки с цилиндрическим хвостовиком — тип 1
(ГОСТ 1672–80)

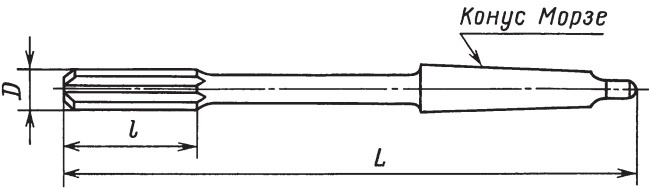


Размеры, мм

<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>
4,0	75	19	9	125	36	15	162	50
4,5	80	21	10	133	38	16	170	52
5,0	86	23	11	142	41	(17)	175	54
5,5	93	26	12	151	44	18	182	56
6,0			13			(19)	189	58
7,0	109	31	14	160	47	20	195	60
8,0	117	33						

Примечание. В скобках указаны нерекомендуемые размеры.

6.31. Машинные цельные развертки с коническим хвостовиком — тип 2
(ГОСТ 1672–80)



Размеры, мм

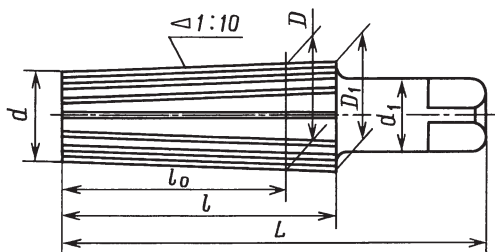
<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	Конус Морзе	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	Конус Морзе
5,5	138	26	1	8	156	33	1
6,0				9	162	36	
7,0	150	31		10	168	38	

Окончание табл. 6.31

<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	Конус Морзе	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	Конус Морзе
10	140	14	1	24	210	20	3
11		16		25	268	68	
		175			41	210	
12	182	44		26	273	70	
	150	18			220	22	
13	182	44		28	277	71	
	150	18			240	22	
14	189	47		30	281	73	
	160	18			240	25	
15	204	50	1; 2	32	317	77	3; 4
	160	18			240	25	
16	210	52	2	34	321	78	4
	170	18		35			
17	214	54		36	325	79	
	170	18		38	329	81	
18	219	56		40			
	180	20		42	333	82	
19	223	58		44	336	83	
	190	20		45			
20	228	60		46	340	84	
	190	20		48	344	86	
22	237	64		50			
24	268	98					

6.32. Конические развертки

Конусность 1 : 10 (ГОСТ 11179–71)



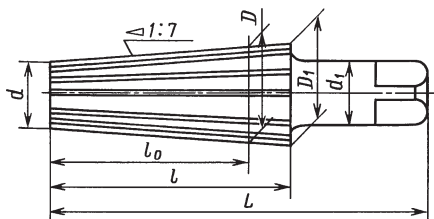
Размеры, мм

D	D_1	d	d_1	L	l	l_0
Для обработки отверстий муфт						
38	39,5	30,5	28	160	90	75
55	57,0	45,0	40	200	120	100
75	77,5	62,5	50	250	150	125
95	98,0	80,0	71	300	180	150

Для обработки конусов шпинделей

80	83,0	62,0	56	330	210	180
100	103,5	77,5	71	385	260	225

Конусность 1 : 10 (ГОСТ 11180–71)



Для обработки отверстий корпусов кранов

18	20,857	12,286	12,5	100	60	40
22	24,857	15,571	16,0	120	65	45
28	31,571	20,143	20,0	140	80	55
35	32,286	26,143	25,0	150	85	62
45	48,571	34,286	31,5	170	100	75

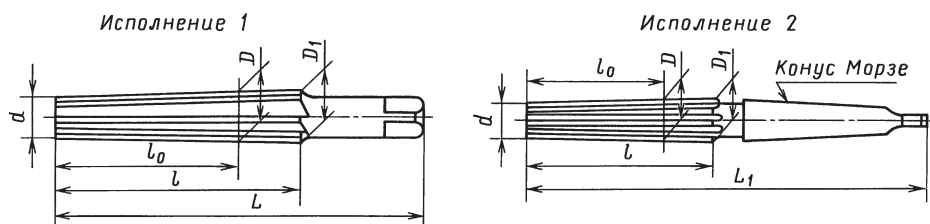
Окончание табл. 6.32

D	D_1	d	d_1	L	l	l_0
55	59,286	42,143	40,0	200	120	90
65	69,714	49,000	45,0	240	145	112

Для обработки конусов шпинделей

80	85,714	54,286	56	340	220	180
100	106,429	68,571	71	390	265	220

6.33. Конические развертки с цилиндрическими и коническими хвостовиками под конусы Морзе



Размеры, мм

Конус Морзе	D	D_1	d	l	l_0	Исполнение 1	Исполнение 2	
						L	L_1	Конус Морзе хвостовика
0	9,045	9,878	6,547	64	48	95	140	1
1	12,065	12,913	9,571	67	50	100	145	
2	17,780	18,729	14,733	80	61	125	175	2
3	23,825	24,879	20,010	97	76	150	215	3
4	31,267	32,562	26,229	120	97	180	240	
5	44,399	45,767	37,873	150	124	230	295	4
6	63,348	65,069	54,380	205	172	310	385	5

Для подрезки торцов приливов и бобышек в литых корпусных деталях применяют обратные одно- и двусторонние зенковки из быстрорежущей стали и оснащенные пластинами из твердого сплава. Их крепят на специальных оправках с помощью байонетного замка. Диаметры выпускаемых зенковок 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100 мм. Основные типы зенковок приведены на рис. 6.6.

Зенкеры предназначены для подрезки торцов в отверстиях и обработки фасок. В зависимости от способа крепления зенкеры и развертки подразделяют на концевые с коническим или цилиндрическим хвостовиком и насадные. С помощью зенкеров обрабатывают цилиндрические отверстия, полученные сверлением, литьем, ковкой или штамповкой, для придания им правильной формы, а также необходимых точности, размеров и параметров шероховатости поверхности. Зенкеры используют для промежуточной обработки между сверлением и развертыванием, а также для окончательной обработки с допуском по Н11. Рекомендуемые значения припуска на

обработку в зависимости от диаметров зенкеров приведены в табл. 6.34. Основные размеры цельных зенкеров представлены в табл. 6.35 и 6.36.

Зенкеры диаметром 32...80 мм изготовляют насадными. Цельные зенкеры с коническим хвостовиком выполняют трехзубыми, насадные — четырехзубыми. Стандартизованы однотипные зенкеры для обработки трех групп металлов: конструкционных углеродистых и легированных сталей; коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов; легких сплавов. Эти зенкеры различаются формой и углом наклона канавок, геометрией заточки. Зенкеры изготовляют из быстрорежущих сталей P12, P6M5, P9K10, P9M4K8Ф; допускается в качестве материала для зенкеров легированная сталь 9ХС. Для режущей части зенкеров используют пластины из твердых сплавов BK6, BK8, BK6M, BK60M, BK100M, BK88, T15K10, T14K8, T15K6. Рабочая часть зенкеров, изготовленных из быстрорежущих сталей, имеет твердость 62...65 HRC и равномерную козусность по направлению к хвостовику.

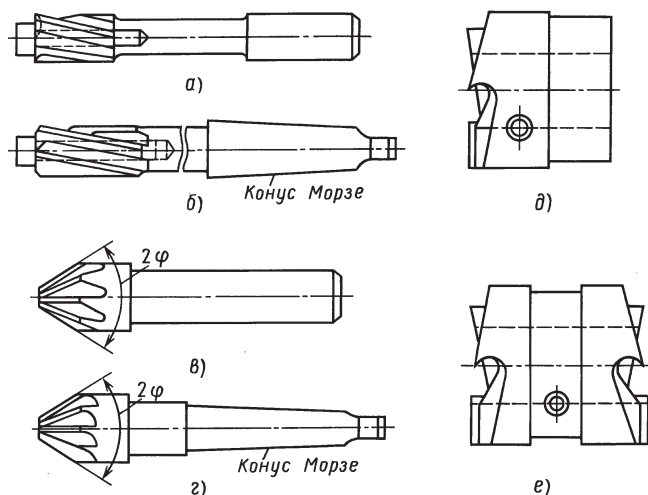


Рис. 6.6. Зенковки:

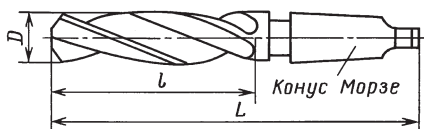
а, б — под крепежные винты; в, г — под крепежные винты с конической головкой; д, е — для нарезки торцов бобышек и приливов

6.34. Рекомендуемые значения припуска на обработку в зависимости от диаметров зенкоров по ИСО 7079–81

Размеры, мм

Диаметр зенкера	Припуск на обработку
До 10	0,20
10...18	0,25
18...30	0,35
30...50	0,40

6.35. Целые длинные зенкеры с коническим хвостовиком (ГОСТ 12489–71)



Размеры, мм

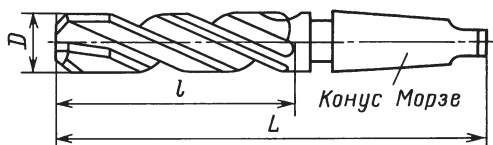
D	L	l	Конус Морзе	D	L	l	Конус Морзе
7,80	156	75	1	(14,75)	212	114	1
8,00							2
8,80	162	81		(15,00)			1
9,00							
9,80	168	87		15,75	218	120	
10,00				16,00			
10,75	175	94		(16,75)	223	125	
11,00				(17,00)			
11,75				17,75	228	130	
12,00				18,00			
(12,75)	182	101		(18,70)	233	135	
(13,00)				(19,00)			
13,75	189	108		19,70	238	140	
14,00				20,00			

Окончание табл. 6.35

<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	Конус Морзе	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	Конус Морзе	
(20,70)	243	145	2	(33,60)	339	190	4	
(21,00)				(34,00)				
21,70	248	150		(34,60)				
22,00				(35,00)				
(22,70)	253	155		35,60	344	195		
(23,00)				36,00				
				(37,60)	349	200		
				(38,00)				
(23,70)	281	160	3	39,60	354	205		
(24,00)				40,00				
24,70				(41,60)				
25,00				(42,00)				
(25,70)	286	165		(43,60)	359	210		
(26,00)				(44,00)				
27,70	291	170		44,60				
28,00				45,00				
(29,70)	296	175		(45,60)	364	215		
(30,00)				(46,00)				
31,60	306	185		4	(47,60)	369		220
	334				(48,00)			
32,00	306				49,60			
	334		50,00					

Примечание. В скобках указаны нерекомендуемые размеры.

6.36. Зенкеры с коническим хвостовиком, оснащенные пластинами из твердого сплава (ГОСТ 3231–71)



Размеры, мм

<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	Конус Морзе	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	Конус Морзе
11,75	175	94	1	20,70	243	145	2
12,00	182	101			263		3
12,75				21,00	243		2
13,00					263		3
13,75	189	108	2	21,70	248	150	2
	205				268		3
14,00	189		1	22,00	248		2
	205		2		268		3
14,75	212	114		22,70	253	155	2
15,00					273		3
15,75	218	120		23,00	253		2
16,00					273		3
16,75	223	125		23,70	281	160	
17,00				24,00			
17,75	228	130		24,70			
18,00			25,00				
18,70	233	135	25,70	286	165		
19,00			26,00				
19,70	238	140	3	27,70	291	170	
	258				312		4
20,00	238		2	28,00	291		3
	258		3		312		4

Окончание табл. 6.36

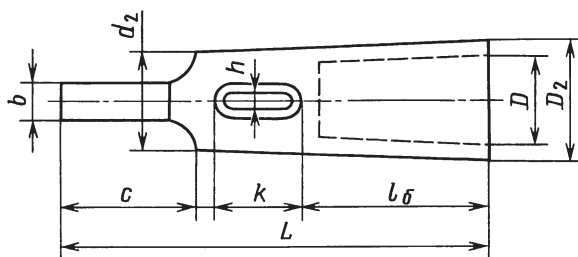
<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	Конус Морзе	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	Конус Морзе
29,70	296	175	3	38,0	272	130	4
	317		4		322	180	
30,00	296		3	39,6	282	140	
	317		4		332	190	
31,60	306	185	3	40,0	282	140	
	334		4		332	190	
32,00	306		3	41,6	282	140	
	334		4		332	190	
33,6	268	125		42,0	282	140	
	312	170			332	190	
34,0	268	125		44,6	292	150	
	312	170			342	200	
34,6	268	125		45,0	292	150	
	312	170			342	200	
35,0	268	125		46,6	292	150	
	312	170			342	200	
35,6	272	130		47,0	292	150	
	322	180			342	200	
36,0	272	130		47,6	292	150	
	322	180			342	200	
36,6	272	130		48,0	292	150	
	322	180	342		200		
37,0	272	130	49,6	305	160		
	322	180		355	210		
37,6	272	130	50,0	305	160		
	322	180		355	210		

ники, плашки и метчики. Ведущими производителями этих традиционных инструментов являются ОАО «Томский инструментальный завод», ЗАО «Харьковский инструментальный завод» (Украина), ЗАО «Запорожский инструментальный завод» (Украина) и некоторые другие отечественные и зарубежные предприятия.

Косые клуппы (табл. 6.38) с плашками и сухарями (табл. 6.39) предназначены для нарезания наружной и внутренней резьб.

В состав группы инструментов для на-
резания резьбы включены: клуппы, ворот-

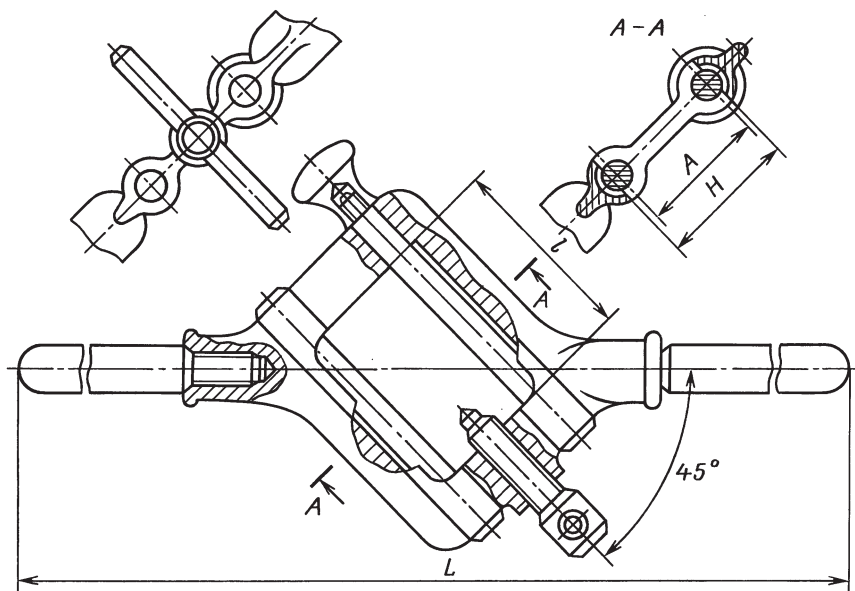
6.37. Переходные короткие втулки для инструмента с конусным хвостовиком



Размеры, мм

Конус Морзе		L	D_2	D	d_2	l_6	k	h	c	b
на- руж- ный	внут- рен- ний									
1	0	80	12,963	9,045	8,97	49	14,5	4,1	14,5	5,2
2	1	95	18,805	12,065	14,06	52	18,5	5,4	17,1	6,3
3	1	115	24,906		19,133				63	22
	2									
4	2	140	32,427	17,781	25,156	78	27,5	8,2	24,9	11,9
	3			23,826						
5	3	170	45,495	31,269	36,55	98	32	12,2	30	15,9
	4									
6	4	220	63,892	44,401	52,422	125	37,5	16,2	45,6	19
	5									

6.38. Косые клуппы



Размеры, мм

Обозначение клуппа	<i>A</i>	<i>H</i>	<i>l</i>	<i>L</i>
6914-0001	26	28	40	380
6914-0002	32	34	45	480
6914-0003	39	41	60	750

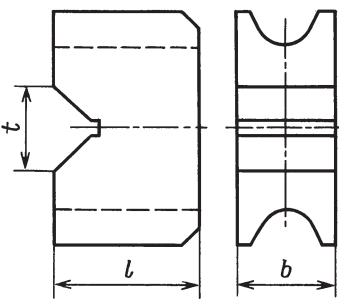
В корпусе клуппа закрепляют сменные плашки или сухари различных типоразмеров и нарезают ручную метрическую резьбу диаметром 6...24 мм или трубную резьбу диаметром 1/8...1/2". Корпус клуппа изготавливают из стали 45 твердостью 170...229 НВ. У плашек из стали ХВСГ или 9ХС твердость рабочей поверхности 58...62 HRC, у сухарей из стали У7 или У8 она равна 45...50 HRC.

Воротки для круглых плашек и инструмента с квадратами на хвостовиках (табл. 6.40—6.44) производят из стали 40ХФА твердостью 46,5...51,5 HRC; из стали 40Х твердостью 41,5...46,5 HRC; из стали 45 твердостью 36,5...46,5 HRC. Шероховатость поверхностей воротков

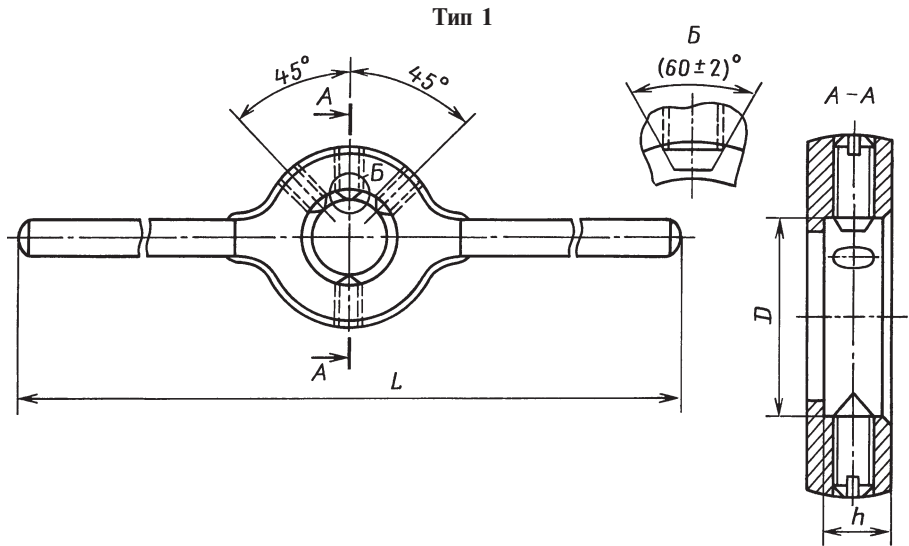
должна быть $R_z \leq 50$ мкм. Воротки имеют защитно-декоративное покрытие.

Плашки являются размерным многолезвийным инструментом, предназначенным для нарезания наружных резьб. Плашка представляет собой гайку с тремя отверстиями, которые образуют зубья. Зубья подразделяются на режущие и калибрующие, которые образуют витки резьбы. Наружная поверхность и торцы плашки служат элементами для ее базирования и закрепления в патроне или воротке. Режущая часть у плашек выполняется с двух сторон зубьев, что удлинит срок службы инструмента. Плашки изготавливают из инструментальных сталей ХВСГ, 9ХС или из быстрорежущих сталей.

Окончание табл. 6.39

<i>Сухари</i>		Обозначение комплекта сухарей (2 шт.)	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>t</i>	Обозначение клуппа
		6009-0101	15	10	6	6914-0001
		6009-0102			7	6914-0002
		6009-0103	23	15	14	6914-0003

6.40. Воротки для круглых плашек (ГОСТ 22394–77, 22395–77)



Размеры, мм

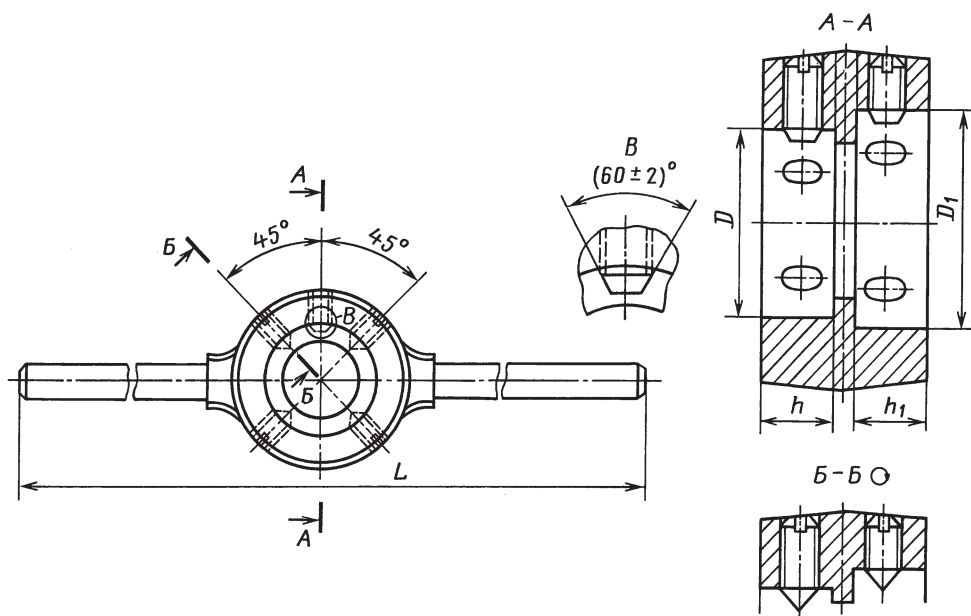
Обозначение воротка	Исполнение	<i>D</i>	<i>h</i>	<i>L</i>	Размер плашек (ГОСТ 9740–71)
6910-0151	1	16	5,5	130	16 × 5
6910-0152		20	6,0	200	20 × 5
6910-0153			7,0		20 × 7

Продолжение табл. 6.40

Обозначение воротка	Исполнение	D	h	L	Размер плашек (ГОСТ 9740–71)
6910-0161	1	25	8,5	250	25×9
6910-0162		30	10,0	300	30×11
6910-0163		38	13,0	380	38×14
6910-0164		45	17,0	480	45×18
6910-0165		55	20,0	580	55×22
6910-0166		65	23,0	680	65×25
6910-0167		75	28,0	780	75×30
6910-0168		90	34,0	900	90×36
6910-0169	2	25	8,0	250	25×7
6910-0171		30	9,0	300	30×8
6910-0172		38	11,5	380	38×10
6910-0173		45	13,5	480	45×10
6910-0174			15,5		45×14
6910-0175		55		580	55×12
6910-0176			17,5		55×16
6910-0177		65	18,0	680	65×14
6910-0178			20,0		65×18
6910-0179		75	21,5	780	75×16
6910-0181			23,5		75×20
6910-0182		90	26,5	900	90×18
6910-0183			27,5		90×22

Продолжение табл. 6.40

Тип 2



Обозначение воротка	Исполнение	D	D_1	h	h_1	L	Размер плашек (ГОСТ 9740–71)
6910-0154	1	16	20	5,5	6,0	200	16 × 5; 20 × 5
6910-0155					7,0		16 × 5; 20 × 7
6910-0184		25	30	8,5	10	300	25 × 9; 30 × 11
6910-0185		30	38	10,0	13	380	30 × 11; 38 × 14
6910-0186		38	45	13,0	17	480	38 × 14; 45 × 18
6910-0187		45	55	17,0	20	580	45 × 18; 55 × 22
6910-0188		55	65	20,0	23	680	55 × 22; 65 × 25
6910-0189	2	25	30	8,0		300	25 × 7; 30 × 8
6910-0191		30	38	9,0	11,5	380	30 × 8; 38 × 10
6910-0192		38	45	11,5	13,5	480	38 × 10; 45 × 10

Окончание табл. 6.40

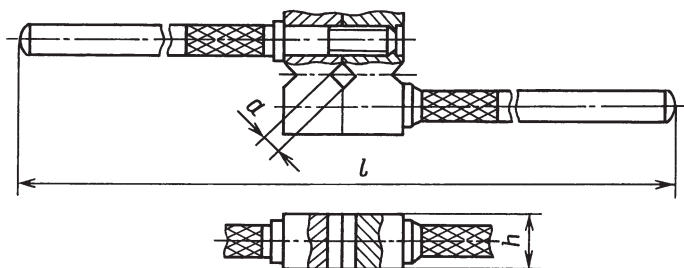
Обозначение воротка	Исполнение	D	D_1	h	h_1	L	Размер плашек (ГОСТ 9740–71)
6910-0193	2	38	45	11,5	15,5	480	38 × 10; 45 × 14
6910-0194		45	55	13,5		580	45 × 10; 55 × 12
6910-0195			55	15,5			45 × 14; 55 × 16
6910-0196		55	65	17,5	17,5	680	55 × 12; 65 × 4
6910-0197							55 × 16; 65 × 18

Примечания. 1. Воротки исполнения 2 имеют подкладные кольца.

2. Обозначение воротка размерами $D = 55$ мм, $h = 17,5$ мм:

Вороток 6910-0176 ГОСТ 22395–77.

6.41. Раздвижные воротки (ГОСТ 22401–83)



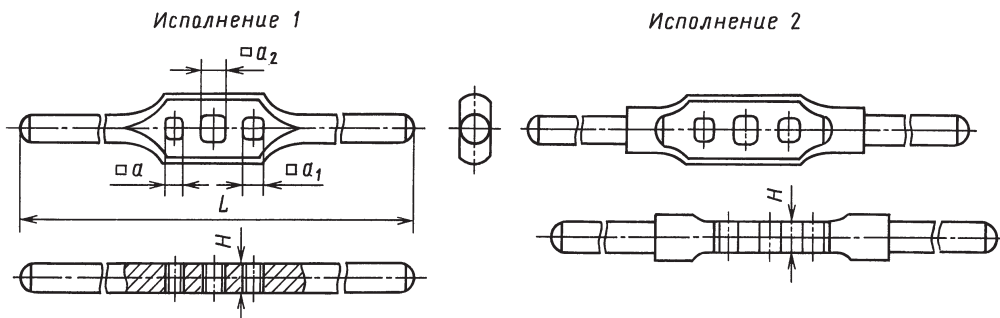
Размеры, мм

Обозначение воротка	Размер стороны квадрата a	h	l	Обозначение воротка	Размер стороны квадрата a	h	l
6910-0065	1,8...4	6	134	6910-0077	7,1...16	24	520
6910-0067	3,55...8	10	220		16...25		
6910-0069	7,1...16	20	340	6910-0079	25...45	38	800

Примечание. Обозначение воротка со стороной квадрата $a = 7,1...16$ мм и длиной 340 мм:

Вороток 6910-0069 ГОСТ 22401–83.

6.42. Трехгнездные воротки для инструмента с квадратными хвостовиками (ГОСТ 22399–77)



Размеры, мм

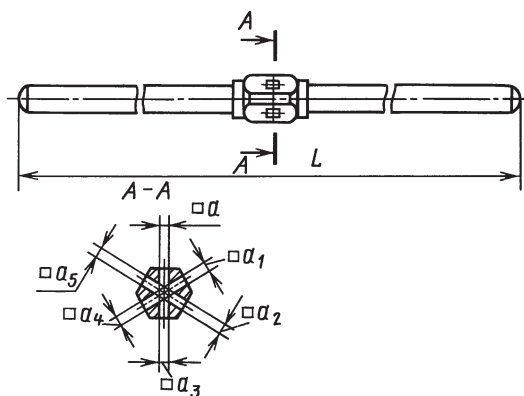
Обозначение воротка	Исполнение	a	a_1	a_2	L	H
6910-0031	1	2,24	2,50	2,8	150	5
6910-0032		3,15	3,55	4,0	200	6
6910-0033		4,50	5,00	5,6	250	8
6910-0034		6,30	7,10	8,0	300	10
6910-0035		9,00	10,00	11,2	340	13
6910-0039	2	6,30	7,10	8,0	300	10
6910-0041		9,00	10,00	11,2	340	13
6910-0042		12,50	14,00	16,0	400	18
6910-0043		18,00	20,00	22,4	600	24
6910-0044		25,00	28,00	31,5	720	31

Примечания. 1. Воротки исполнения 2 изготовляют сборными.

2. Обозначение трехгнездного воротка исполнения 1 со стороной квадрата $a = 9$ мм:

Вороток 6910-0035 ГОСТ 22399–77.

6.43. Шестигнездные воротки для инструмента с квадратными хвостовиками (ГОСТ 22400–77)



Размеры, мм

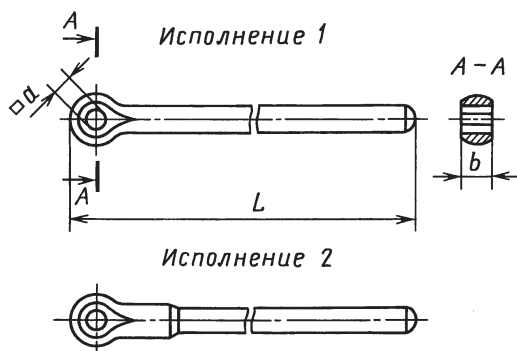
Обозначение воротка	Исполнение	a	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	L
6910-0211	1	2,5	4,5	3,55	2,8	4,0	3,15	150
6910-0212	2	5,0	9,0	5,60	6,3	8,0	7,10	240
6910-0213		10,0	18,0	11,20	12,5	16,0	14,00	340

Примечания. 1. Воротки исполнения 2 изготавливают сборными.

2. Обозначение воротка исполнения 1 со стороной квадрата $a = 5$ мм:

Вороток 6910-0212 ГОСТ 22400–77.

6.44. Одногнездные воротки для инструмента с квадратными хвостовиками (ГОСТ 22398–77)



Окончание табл. 6.44

Обозначение воротка	Исполнение	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	Обозначение воротка	Исполнение	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>
6910-0014	1	1,80	4	90	6910-0005	1	4,00	7	100
6910-0015		2,00			6910-0006		4,50		
6910-0016		2,24	5		6910-0007		5,00	8	
6910-0001		2,50			6910-0008		5,60		
6910-0002		2,80			6910-0009		6,30	9	130
6910-0003		3,15	6		6910-0010		7,10	10	
6910-0004		3,55			6910-0011		8,00	11	
6910-0012		9,00	12	130	6910-0026	2	11,20	22	270
6910-0013		10,00	13		6910-0027		12,50		
6910-0017		11,20	14	270	6910-0028		14,00		
6910-0018	2	5,00	8	100	6910-0029		16,00	30	340
6910-0019		5,60			6910-0051		18,00		
6910-0021		6,30	11	130	6910-0052		20,00		
6910-0022		7,10			6910-0053		22,40		
6910-0023		8,00			6910-0054		25,00		
6910-0024		9,00			6910-0055		28,00		
6910-0025		10,00			6910-0056		31,50	40	470

Примечания. 1. Воротки исполнения 2 изготавливают сборными.

2. Обозначение воротка исполнения 1 со стороны квадрата $a = 8$ мм:

Вороток 6910-0023 ГОСТ 22398–77.

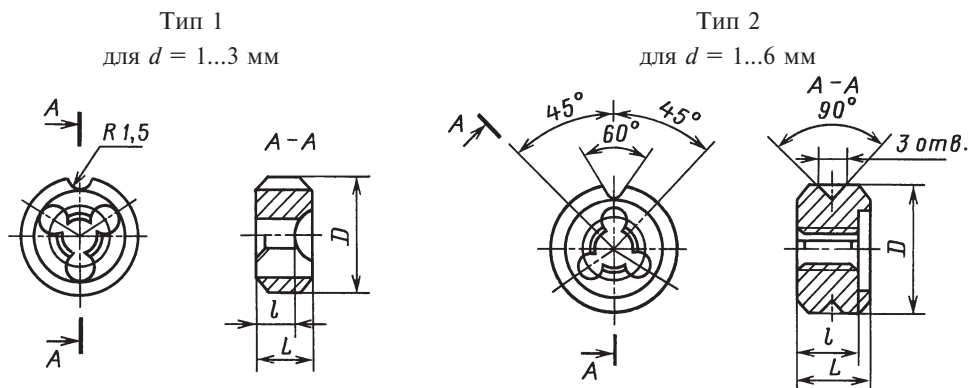
Централизованно выпускают плашки для нарезания правых и левых метрических резьб диаметром 1...76 мм, правой и левой трубной цилиндрической резьбы диаметром 1/16...2", дюймовой конической резьбы диаметром K1/16...K2" и трубной конической резьбы диаметром R1/16...2" (табл. 6.45–6.47). Точность элементов нарезаемой резьбы обеспечивается для метрических резьб с полями допусков 6h, 8h6h, 8h, 6g, 8g по ГОСТ 16093–2004 (ИСО 965-1–98; 965-3–98), а для трубной резьбы в соответствии с

требованиями класса точности А или В — по ГОСТ 6357–81.

Причиной увеличения диаметра резьбы могут явиться неправильное закрепление инструмента, отклонение от соосности расположения плашки и стержня, погрешность шага резьбы плашки.

Метчик предназначен для нарезания внутренней резьбы и представляет собой винт, снабженный одной или несколькими продольными канавками, образующими режущие и передние поверхности на его зубьях. Общими конструктивными

6.45. Круглые плашки (ГОСТ 9740–71) для нарезания метрических резьб

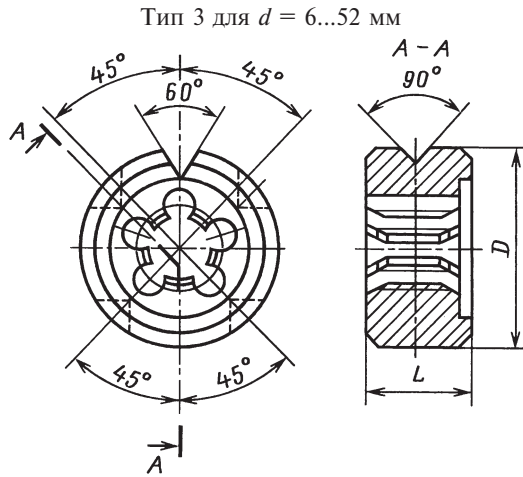


Размеры, мм

Номиналь- ный диаметр резьбы, <i>d</i>	Шаг резьбы <i>P</i>		<i>D</i>		<i>L</i>		<i>l</i>	
	крупный	мелкий	Тип 1	Тип 2	Тип 1	Тип 2	Тип 1	Тип 2
1; 1,1; 1,2	0,25	0,2	12	16	3	5	1,5	2
1,4	0,3							2,5 (2)
1,6; 1,8	0,35						0,25	16
2,0	0,4	0,35	—	—	7 (5)	—		
2,2	0,45						0,5	—
2,5		0,35	—	—	—	—		
3,0	0,5						—	—
3,5	0,6	—	—	—	—	—		
4,0	0,7						0,5	—
4,5	0,75	—	—	—	—	—		
5,0	0,8						0,75; 0,5	—
6,0	1,0	—	—	—	—	—		

Примечание. Размеры L и l , указанные в скобках, относятся к плашкам с мелким шагом.

Продолжение табл. 6.45



Размеры, мм

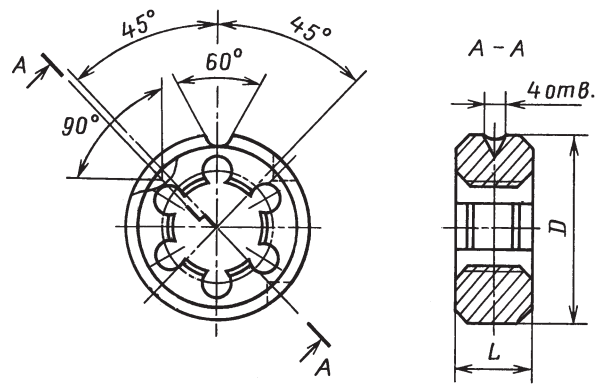
Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		D	L	Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		D	L
	круп- ный	мелкий				круп- ный	мелкий		
7	1,0	0,75	25	9	15	—	1,5; 1,0	38	10
	—	0,5		7	16	2,0	—	45	18
8; 9	1,25	1,0; 0,75		9		—	1,5		14
	—	0,5		7			1,0		
10	1,5	1,25; 1,0	30	11		17	—		0,75; 0,5
	—	0,75		8	1,5			14	
		0,5			(1,0)				
11	(1,5)	1,0		11	18; 20	2,5	—	18	
	—	0,75		8		—	2,0; 1,5	14	
		0,5					1,0		
12		—	14	22		2,5	0,75; 0,5	10	
		1,75	1,5; 1,25; 1		10		—	22	
		0,75; 0,5	38		14	—	2,0; 1,5	16	
14	2,0	—		10			1,0	12	
	—	1,5; 1,25; 1					24	3,0	—
		0,75; 0,5							

Окончание табл. 6.45

Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		D	L	Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		D	L	
	круп- ный	мелкий				круп- ный	мелкий			
24	—	2,0; 1,5	55	16	33	—	0,75	65	14	
		1,0			35		1,5		18	
		0,75		12	36	4,0	3,0		25	
2,0; 1,5		16		2,0; 1,5			18			
(1,0)				—		1,0	14			
26		1,5			38	1,5	75			
27	3,0	—	65	25			1,5	75	20	
	—	2,0		18	39	4,0	3,0	30		
		1,5				—	2,0; 1,5	75		16
		1,0					1,0			
		0,75		14	(3,0)					
28	—	2,0		18	40	—	(2,0); 1,5	75	30	
		1,5					4,5			(4,0); 3,0
		1,0		42	—	2,0; 1,5	20			
		3,5			(3,0)	25	1,0		16	
30	—	2,0		18	45, 48, 52	4,5	(4,0); 3,0	90	36	
		1,5; 1,0				—	2,0; 1,5		22	
		1,0					1,0		18	
		0,75		14	(3,0)		36			
32		2,0		18	50	—	(2,0); 1,5		22	
		1,5					5,5		4,0; 3,0	105
33	3,5	(3,0)		25	55, 56, 60, 62	—	2,0; 1,5	22		
	—	2,0; 1,5		18	64, 65, 68	6,0	4,0; 3,0	120	36	
		1,0		14		—	2,0; 1,5		22	

Примечание. Размеры, указанные в скобках, применять не рекомендуется.

6.46. Круглые плашки (ГОСТ 9740–71) для нарезания трубной цилиндрической резьбы 1/16...2" (ГОСТ 6357–81)



Размеры, мм

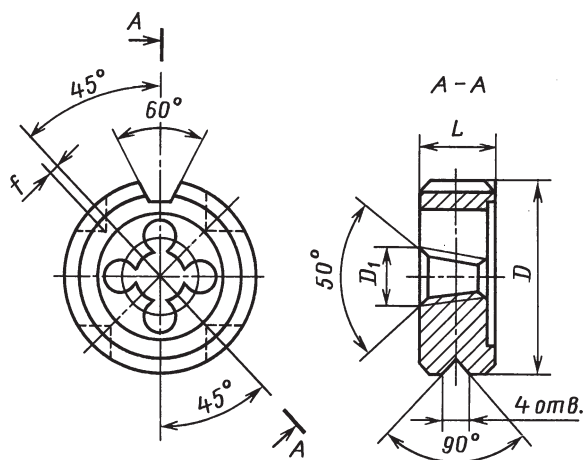
Обозначение размера резьбы, дюймы	Число шагов на длине 25,4 мм	<i>D</i>	<i>L</i>	Обозначение размера резьбы, дюймы	Число шагов на длине 25,4 мм	<i>D</i>	<i>L</i>
1/16	28	25	9	(7/8)	14	65	18
1/8		30	8	1	11		
1/4	19	38	10	11/4 (11/8)		75	20
3/8		45	14	11/2 (13/8)		90	22
1/2	2 (1 ³ /4)			105			
3/4 (5/8)	2(13/4)			120			

Примечание. Диаметры первого ряда предпочтительнее диаметров второго ряда, указанных в скобках.

элементами метчиков являются: заборная (режущая) часть, калибрующая часть и хвостовик с квадратным концом. Резьбовые участки, находящиеся между канавками, называют *зубьями*, или *перьями*, метчика. Зубья режущей части по наружной поверхности располагаются под углом α . Заборная часть метчика снимает основной припуск, который распределяется между зубьями и несколькими витками. Калибрующая часть служит для окончательного формирования профиля резьбы, ее зачистки и направления метчика.

Стружечные канавки могут быть прямыми, расположенными параллельно оси метчика, и винтовыми. Метчики с винтовыми канавками имеют большую жесткость поперечного сечения и обеспечивают лучший выход стружки, что важно при нарезании резьбы в глухих отверстиях. Хвостовик метчиков цилиндрический, заканчивающийся квадратом, служащим для передачи крутящего момента. В соответствии с ГОСТ 16925–93 метчики изготовляют классов точности: 1, 2, 3 — со шлифовальным

6.47. Круглые плашки (ГОСТ 6228–80Е) для нарезания конической резьбы с углом профиля 60° (ГОСТ 6111–52) и трубной конической резьбы (ГОСТ 6211–81)



Размеры, мм

Обозначение размера резьбы		Число нитек на 25,4 мм	Шаг резьбы P	D	D_1	f	L
дюймовой	трубной						
	$R^{1/16}$	28	0,907	30	8,3	1,0	11
$K^{1/16}$		27	0,941	25	8,4	0,8	
	$R^{1/8}$	28	0,907	30	10,4	1,0	12
$K^{1/8}$		27	0,941		10,7		
	$R^{1/4}$	19	1,337	38	13,9	1,2	14
$K^{1/4}$		18	1,411		14,2		18
	$R^{3/8}$	19	1,337	45	17,4		
$K^{3/8}$		18	1,411		17,7		
	$R^{1/2}$	14	1,814	55	21,9	1,5	22
$K^{1/2}$				45	22,1	1,2	24
	$R^{3/4}$			55	27,3	1,5	22
$K^{3/4}$					27,4		24
	$R1$	11	2,309	65	23,4	1,8	25
$K1$		11,5	2,209		34,3		28
	$R1^{1/4}$	11	2,309	75	43,1		30

Окончание табл. 6.47

Обозначение размера резьбы		Число ниток на 25,4 мм	Шаг резьбы P	D	D_1	f	L
дюймовой	трубной						
$K1\frac{1}{4}$		11,5	2,209	75	43,1	1,8	30
	$R1\frac{1}{2}$	11	2,309	90	49,0	2,0	36
$K1\frac{1}{2}$		11,5	2,209		49,2		30
	R2	11	2,309	105	60,9	2,5	36
K2		11,5	2,209		61,2	2,0	32

профилем резьбы; 4 — с нешлифовальным. Поля допусков резьбы для классов точности метчиков приведены ниже.

Класс точности метчика	1	2	3	4
Поле допуска	4Н, 5Н	6Н, 4G и 5G	7Н, 8Н и 6G	7Н и 8Н

В практике встречаются разные варианты и условия обработки, различающиеся характером резьбовых отверстий (сквозные, глухие), их длиной и точностью резьбы, материалом детали и способом нарезания (вручную или на станке). При нарезании резьбы в сквозных коротких отверстиях глубиной до $1,5P$ применяют один метчик; при нарезании резьб большой длины или в труднообрабатываемых материалах используют комплект из двух метчиков (чернового и чистового), а при шаге резьбы 3 мм и более — комплект из трех метчиков. При нарезании резьбы в глухих отверстиях одинарные метчики применяют до шага резьбы 2,5 мм. Резьбу с шагом 3 мм и более нарезают комплектом из двух или трех метчиков.

При выполнении слесарно-сборочных работ широко применяют различные виды метчиков (табл. 6.48–6.54).

Ручные метчики применяют комплектами из двух метчиков (чернового и чистового).

У гаечных метчиков (ГОСТ 1604–71) заборная часть метчика длиннее, чем у ручных, что позволяет получить резьбу одним метчиком. Эти метчики имеют удлинённый хвостовик.

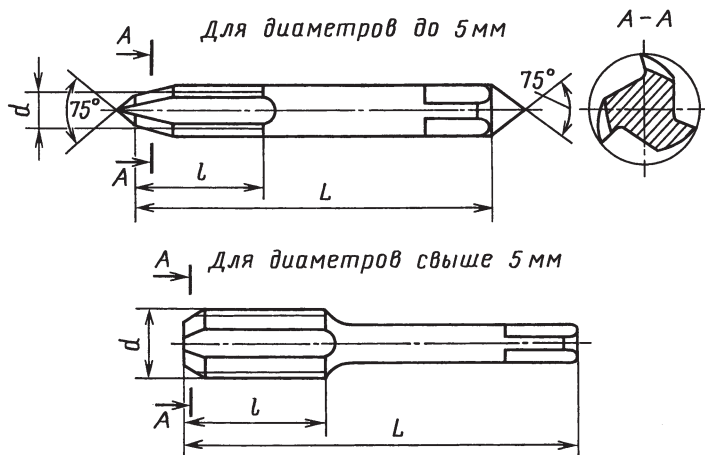
Машинно-ручные метчики (ГОСТ 3266–81) — наиболее распространенный тип метчиков, охватывающий весь диапазон нарезаемых метчиками метрических и трубных резьб диаметром 1...52 мм. Метчики выпускаются правые и левые, одинарные и комплектные (из двух и трех штук в комплекте). У одинарных метчиков для сквозных отверстий длина заборной части $l = 6P$, для глухих отверстий $l = 3P$. Профиль резьбы машинно-ручных метчиков шлифованный.

Метчики для конической резьбы применяют для дюймовой (ГОСТ 6111–52) и трубной (ГОСТ 6211–81) резьб.

Ручные метчики всех размеров изготовляют из сталей У11А и У12А. Машинно-ручные и конические метчики диаметром 12 мм и более, а гаечные диаметром 10 мм и более выполняют из быстрорежущих сталей Р18 и Р6М5, хвостовики — из стали 45 или 40Х. Твердость (HRC) рабочей части метчиков диаметром до 6 мм равна 62...64, диаметром выше 6 мм 63...66, хвостовиков 37...52.

Резьбу нарезают с применением смазочно-охлаждающей жидкости.

6.48. Ручные метчики для нарезания метрической резьбы



Размеры, мм

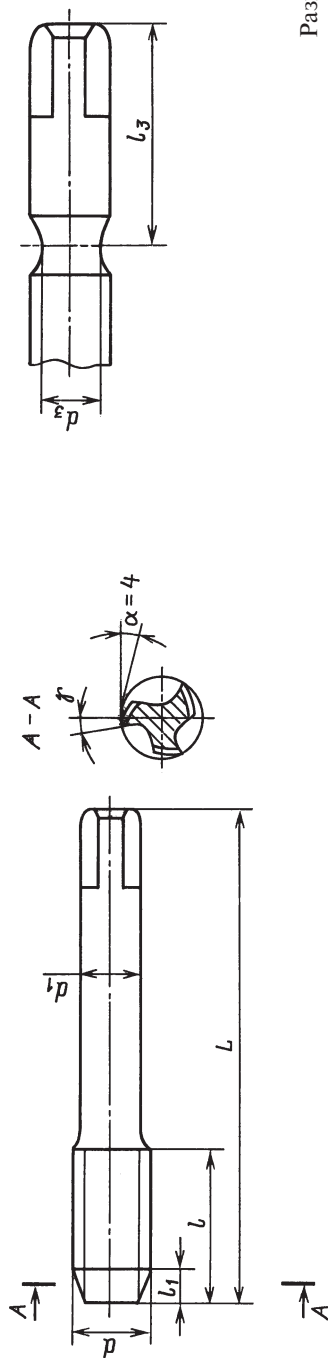
Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		D	L	Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		D	L
	круп- ный	мелкий				круп- ный	мелкий		
2,0	0,4	—	36	10	6	—	0,75	50	18
	—	0,25	32	8			0,7		
2,2	0,45	—	36	10	7	1,0	—		
	—	0,25	32	8		—	0,75		
2,5	0,45	—	40	12			0,7		
	—	0,35	36	10	8	1,25	—	60	20
3,0	0,5	—	40	12		—	1,0		
	—	0,35		10			0,75		
3,5	0,6	—		12			0,5		
	—	0,35		10	9	1,25	—		
4,0	0,7	—	45	15		—	1,0		
	—	0,5					0,75		
4,5	0,75	—			0,5		10		
	—	0,5		—	1,25				
5,0	0,8	—	50		18	1,0			
	—	0,5	45		15	0,75			
6	1,0	—	50	18					

Окончание табл. 6.48

Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		D	L	Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		D	L			
	круп- ный	мелкий				круп- ный	мелкий					
10	—	0,5	60	20	18	—	1,0	80	30			
11	1,5	—					0,75	75	25			
	—	1,0					0,5					
		0,75			20	2,5	—	90	40			
		0,5					—	2,0	85	35		
12	1,75	—	70	28				1,5				
	—	1,5					1,0	80	30			
		1,25					0,75	75	25			
		1,0	65	25			0,50					
		0,75	60	20			—	95	40			
		0,5		22	—	2,0	90	35				
14	—	2,0	75			35			1,5			
		1,5	70			30			1,0	85	30	
		1,25							0,75	80	25	
		1,0	65			25	0,5					
		0,75	60			20			3,0	100	45	
		0,5		24	—	2,0	95	40				
15		1,5	70			30	1,5	90	35			
		1,0	65			25	1,0	85	30			
		2,0	80			35	0,75					
		16	—			1,5	75	30	25	—	2,0	95
1,0	70			25		1,5	90	35				
0,75	65			20		1,0	85	30				
0,5				26		1,5	90	35				
17	1,5			75		30	27	3,0			—	105
	1,0	70		25	—	2,0			100	40		
18	2,5	—	90	40		1,5			90	30		
	—	2,0	85	35							1,0	
		1,5									0,75	

6.49. Короткие метчики с шейкой для метрической резьбы (крупные шаги) (ГОСТ 3266–81)

Исполнение 1

Исполнение 2 для $d_1 \geq 5$ мм

Размеры, мм

Шаг резьбы	Номинальный диаметр d резьбы для рядов			L	l	l_1 метчиков				d_1	Исполнение 2	
	1	2	3			одинарных для отверстий		комплектных			l_3	d_3
						сквозных	глухих	черновых	чистовых			
0,5	3	—	—	48	11	1,5	1,0	1,5	1,0	3,15	—	
0,6	—	3,5		50	13	1,8	1,2	1,8	1,2	3,55		
0,7	4	—		53		4,2	2,1	4,2	1,4	4,0		
0,75	—	4,5				4,5	2,2	4,5	1,5	4,5		
0,8	56	—	58	16	4,8	2,4	4,8	1,6	5,0	13	4,5	
1,0	6		66	19	6,0	3,0	2,0	6,3	15	5,5		
	—					3,2		7,1		6,0		

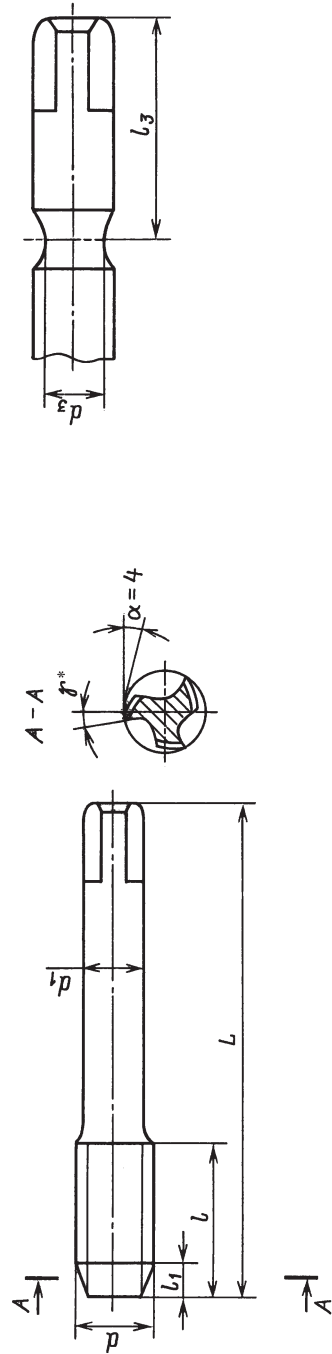
Окончание табл. 6.49

Шаг резьбы	Номинальный диаметр d резьбы для рядов			L	l	l_1 метчиков				d_1	Исполнение 2	
	1	2	3			одинарных для отверстий		комплектных			l_3	d_3
						сквозных	глухих	черновых	чистовых			
1,25	8	—	—	72	22	7,5	3,8	7,5	2,5	8,0	16	7,0
	—											
1,5	10	—	—	80	24	9,2	4,5	9,0	3,0	10,0	18	9,0
—	—											

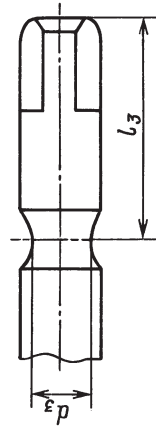
Примечание. Для метчиков с $d < 3,5$ мм $\gamma = 8^\circ$, с $d > 3,5$ мм $\gamma = 10^\circ$; d_3 , l_3 — размеры третьего ряда.

6.50. Короткие метчики с проходным хвостовиком для метрической резьбы (крупные шаги) (ГОСТ 3266—81)

Исполнение 1



Исполнение 2 для $d_1 \geq 5$ мм



Продолжение табл. 6.50
Размеры, мм

Номинальный диаметр резьбы d для рядов		Шаг резьбы P	L	l	l_1 метчиков				d_1	Исполнение 2	
1	2				одинарных для отверстий	глухих	черновых	чистовых		l_3	d_3
3	—	0,5	48 (66)	11	1,5	1,0	1,5	1,0	2,24	—	
—	3,5	0,6	50	13	1,8	1,2	1,8	—	2,5		
4	4,5	0,7	53 (73)		4,2	2,1	4,2	1,4	3,15		
4,5		0,75	53			2,2	4,5	1,5	3,55		
5		0,8	58 (79)	4,8	2,4	4,8	1,6	4,0			
6	7*	1,0	66 (89)	19	4,5	2,2	4,5	1,5	4,5		
—		1,25	72	22	7,5	3,8	7,5	2,5	5,6		
8									15		
—	7,1										
10	—	1,5	80 (108)	24	9,0	4,5	9,0	3,0	8,0		
—	11*		80								7,0
12	—	1,75	89 (119)	29	10,5	5,2	10,5	3,5	9,0	17	8
—	14	2,0	95 (127)	30	12,0	6,0	12,0	4,0	11,2	19	10
16	—	2,0	102 (137)	32	12,0	6,0	12,0	4,0	12,5	20	11
—	18	2,5	112 (149)	37	15,0	7,5	15,0	5,0	14,0	22	12

Окончание табл. 6.50

Номинальный диаметр резьбы d для рядов		Шаг резьбы P	L	l	l_1 метчиков					d_1	Исполнение 2	
1	2				одинарных для отверстий	сквозных	глухих	черновых	чистовых		l_3	d_3
—	18	0,75	95	20	4,5	2,2	4,5	15,0	14,0	22	12	
20	—	2,5	112 (149)	37	15	7,5	15	5,0	16,0	24	14	
—	22		118 (158)	38					18,0	26	16	
24	—	3,0	130 (172)	45	18	—	18	6,0	20,0	28	18	
—	27		135						22,0			
30	—	3,5	138	48	21		21	7,0	22,4	32	20	
—	33		151	51					25,0	34	22	
36	—	4,0	162	57	24		24	8,0	28,0	36	25	
—	39		170	60					9,0	40	29	
42	—	4,5	187	67	27		27	9,0	31,5	45	33	
—	45								30			10,0
48	—	5,0	200	70	30		30	10,0	35,5	45	33	
—	52											

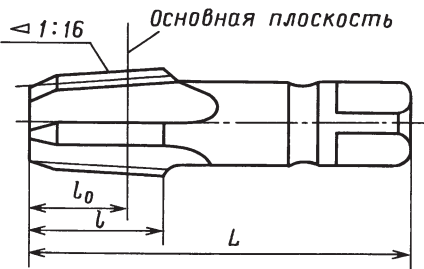
* Диаметры третьего ряда.

6.51. Метчики для нарезания трубной резьбы (ГОСТ 3266–81)
(эскиз см. в табл. 6.50)

6.52. Метчики для дюймовой резьбы (эскиз см. в табл. 6.50)

Номинальный диаметр резьбы <i>d</i>		Шаг резьбы <i>P</i>	Число шагов на длине 25,4 мм	<i>L</i>	<i>l</i>
дюймы	мм				
1/4	3,350	1,270	20	120; 200	25
5/16	7,938	1,411	18	140; 220	28
3/8	9,525	1,588	16	160; 250	32
7/16	11,112	1,814	14		36
1/2	12,700	2,117	12	180; 280	40
9/16	14,288				
5/8	15,875	2,309	11	200; 320	45
3/4	19,050	2,540	10		50
7/8	22,225	2,822	9	220; 360	55
1	25,400	3,175	8	250; 360	60
1 1/8	28,575	3,629	7	280; 360	70
1 1/4	31,750				

6.53. Метчики для конической резьбы (ГОСТ 6227–80Е)



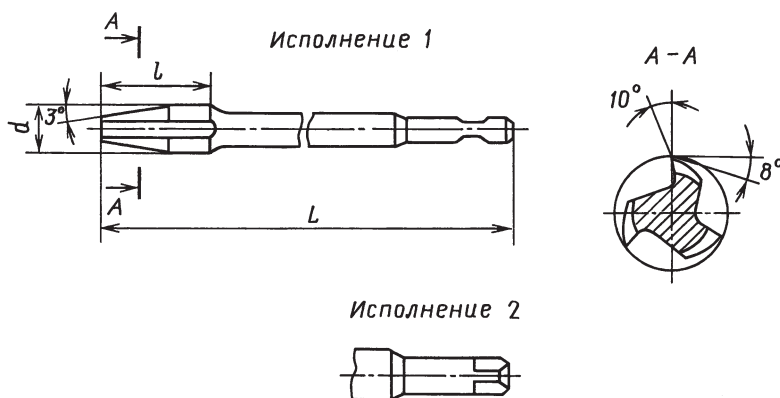
Размеры, мм

Обозначение размера резьбы*, дюймы	ГОСТ 6111–52			ГОСТ 6211–81			Обозначение размера резьбы*, дюймы	ГОСТ 6111–52			ГОСТ 6211–81		
	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l</i> ₀	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l</i> ₀		<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l</i> ₀	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l</i> ₀
1/16	50	16	10	52	14	10,1	1/4	65	24	15	67	19	15
							3/8	75	26	16	75	21	15,4
1/8	55	18	11	59	15	10	1/2	85	30	21	87	26	20,5
							3/4	95	32		96	28	21,8

Окончание табл. 6.53

Обозначение размера резьбы*, дюймы	ГОСТ 6111–52			ГОСТ 6211–81			Обозначение размера резьбы*, дюймы	ГОСТ 6111–52			ГОСТ 6211–81		
	L	l	l_0	L	l	l_0		L	l	l_0	L	l	l_0
1	110	40	26	109	33	26,0	1 $\frac{1}{2}$	140	42	27	125	37	28,3
1 $\frac{1}{4}$	120	42	27	119	36	28,3	2		45	28	140	41	32,7

* Первая буква К (ГОСТ 6111–52) или Rc (ГОСТ 6211–81).

6.54. Метчики гаечные для нарезания метрических резьб (ГОСТ 1604–71)

Размеры, мм

Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		L	l	Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		L	l
	круп- ный	мел- кий				круп- ный	мел- кий		
3,0	0,50	—	70; 120	10	5,5	—	(0,50)	110; 180	10
	—	0,30		7					
3,5	(0,60)	—	80; 120	12	6,0	1,0	—	120; 200	20
	—	0,35		7		—	0,75		16
4,0	0,70	—	90; 160	14	7,0	—	0,50		10
	—	0,50		10		1,0	—		20
4,5	(0,75)	—	100; 160	16	8,0	—	0,75		16
	—	0,50		10			0,50		10
5,0	0,80	—	110; 180	16	8,0	1,25	—	140; 220	25
	—	0,50		10		—	1,00		20

Продолжение табл. 6.54

Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		L	l	Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		L	l
	круп- ный	мел- кий				круп- ный	мел- кий		
8,0	—	0,75	140; 220	16	16	—	1,00	200; 320	20
		0,50		10			0,75		16
9,0	(1,25)	—		25	17		1,50		30
	—	1,00		20			(1,00)		20
		0,75		16	18		2,00		40
		0,50		10			1,50		30
10	1,50	—	160; 250	30		20	1,00	20	
	—	1,25		25	0,75		16		
		1,00		20	2,5		—	220; 360	50
		0,75		16			2,00		40
		0,50		10			1,50		30
11	(1,50)	—	30	1,00		20			
	—	1,00	20	0,75	16				
		0,75	16	2,5	—	50			
0,50		10	—		2,00	40			
12	1,75	—			36	22	1,50		30
	—	1,50			30		1,00		20
		1,25			25		0,75		16
		1,00	20	3,5	—		250; 360	60	
		0,75	16		2,00	40			
14	2,00	—	40		24	1,50		30	
	—	1,5	30			1,00		20	
		1,25	25			2,00		40	
		1,00	20	1,50		30			
		0,75	16	1,00		20			
15		1,50 (1,00)	30		25	2,00			40
		20	2,00						
16	2,00	—		200; 320	40	25		1,50	
	—	1,50	30		(1,00)			20	

Окончание табл. 6.54

Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		L	l	Номиналь- ный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы P		L	l	
	круп- ный	мел- кий				круп- ный	мел- кий			
27	3,0	—	250; 360	60	39	—	1,5	280; 360	30	
	—	2,00		40	40		(3,0)		60	
		1,50		30			(2,0)		40	
		1,00		20			1,5		30	
28	—	(2,00)		40	42	4,5	—		280; 360	90
		(1,50)		30		—	(4,0)			80
		(1,00)		20			3,0			60
		30		3,5			—			—
—	(3,00)		60	1,5		30				
	2,00		40	4,5		—	360; 450	90		
	1,5		30			—		(4,0)		
	1,00	20	3,0					60		
	32	(2,00)	40		—			2,0	280; 360	40
(1,5)		30	1,5	30						
33		3,5	—	—		70	48	5,0		—
	—	(3,0)	60		—	(4,0)		80		
		2,0	40			3,0		60		
		1,5	30			2,0		40		
		1,0	20			1,5		30		
35	(1,5)	30	50	—	(3,0)	60				
36	4,0	—			80	2,0	280; 360	40		
	—	3,0			60	1,5		30		
		2,0			40	—		(4,0)	80	
		1,5	30	3,0	60					
39	4,0	—	—	80	52		—	2,0	40	
	—	3,0		60		1,5		30		
		2,0		40		5,0		—	400	100

Примечание. Метчики с шагом резьбы, указанным в скобках, применять не рекомендуется.

6.6. Ручной инструмент для сборки резьбовых соединений

К этой группе инструментов для слесарно-сборочных работ относят: различные конструктивные варианты гаечных и других ключей, а также слесарно-монтажные отвертки. Основными производителями этих инструментов являются ОАО «Новосибирский инструмент», ООО «Камышинский завод слесарно-монтажного инструмента», ООО «Павловский инструментальный завод», ООО «Новосибирский инструментальный завод», ОАО «Металлист», ООО «Контур-А» (г. Чебоксары) и другие отечественные и зарубежные предприятия.

Универсальные ключи. Гаечные одно- и двусторонние ключи с открытым зевом, кольцевые и комбинированные ключи (табл. 6.55–6.59) в зависимости от передаваемого крутящего момента разделены по группам прочности А, В, С, D и соответственно изготавливают их термообработанными из сталей 40Х, ФА, 40Х и 45. Для всех гаечных ключей и ключей для круглых шлицевых гаек установлены испытательные крутящие моменты (ГОСТ 2838–80). В зависимости от группы условий эксплуатации ключи имеют одно из следующих защитно-декоративных покрытий: хромо-вое, кадмиевое, цинковое, оксидное с промасливанием, фосфатное с промасливанием. Шероховатость опорных рабочих поверхностей гаечных ключей всех типов $Ra \leq 2,5$ мкм.

В зависимости от исполнения зева гаечные ключи бывают нормальной и повышенной точности. На ключ наносят маркировку товарного знака предприятия-изготовителя, размер зева, обозначение группы прочности. Размеры ключей гаечных разводных, кольцевых односторонних с четырехгранным зевом, рожковых, торцовых для деталей с шестигранным углублением «под ключ», а также трещоточных приведены в табл. 6.60–6.64.

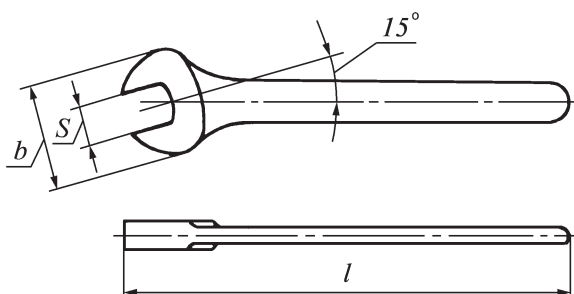
Ключи гаечные торцовые с внутренним шестигранником одно- (табл. 6.65) и двусторонние (табл. 6.66) предусмотрены двух исполнений: 1 — трубчатые; 2 — стержневые. Ключи гаечные торцовые с внутренним шестигранником изогнутые (табл. 6.67) выпускаются двух типов: 1 — односторонние; 2 — двусторонние. Гаечные ключи изготавливают двух степеней точности: повышенной и нормальной, стержневые — групп прочности А и В из стали 40Х, трубчатые — группы прочности D из сталей 20, 35, 40. Размеры трубных и шарнирных ключей для круглых шлицевых гаек приведены в табл. 6.68 и 6.69.

Сменные головки к торцовым ключам и гайковертам с присоединительными квадратами (табл. 6.70) предусмотрены трех типов: А — с внутренним шестигранным зевом размером $S = 3,2...80$ мм; Б — с наружным шестигранным зевом размером $S = 5...17$ мм; В — с внутренним четырехгранным зевом размером $S = 3,45...25$ мм. Сменные головки типа А изготавливают нормальной и повышенно точности (ГОСТ 2838–80). Удлинитель к торцовым ключам (табл. 6.71) производят двух типов: А — с наружными и внутренними присоединительными квадратами исполнения 1 и с наружным квадратом и внутренним шестигранником исполнения 2; Б — с наружными присоединительными квадратами.

Ключи с присоединительными квадратами (табл. 6.72) к сменным головкам предусмотрены трех типов: А — изогнутые; Б — со стержнем для поворота; В — с прямой рукояткой. Коловороты к сменным головкам (табл. 6.73) и шарниры к торцовым ключам с наружными и внутренними присоединительными квадратами (табл. 6.74) изготавливают трех типов: А — простые; Б — квадратные; В — шаровые.

Прочность трещоточных ключей, сменных головок, удлинителей, шарниров, коловоротов к сменным головкам определяют испытательным крутящим моментом (ГОСТ 25605–83).

6.55. Гаечные ключи с открытым зевом односторонние (ГОСТ 2841–80)



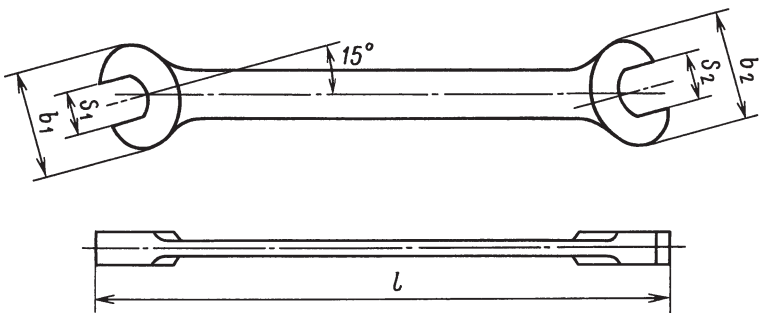
Размеры, мм

Обозначение ключа	S	b	Длина ключа l	Обозначение ключа	S	b	Длина ключа l
7811-0101	3,2	8	65	7811-0142	30	62	260
7811-0102	4,0	10		7811-0143	34	70	280
7811-0103	5,0	12	75	7811-0144	36	75	300
7811-0104	5,5	13		7811-0145	41	85	340
7811-0105	7,0	15	80	7811-0146	46	95	380
7811-0106	8,0	20	95	7811-0147	50	102	410
7811-0107	10,0	22	105	7811-0148	55	112	460
7811-0493	11,0	24	110	7811-0149	60	122	490
7811-0109	13,0	28	135	7811-0150	65	132	530
7811-0496	16,0	34	155	7811-0151	70	142	580
7811-0497	18,0	39	165	7811-0152	75	152	615
7811-0498	21,0	45	185	7811-0153	80	165	650
7811-0125	24,0	50	215	7811-0495	85	175	680
7811-0141	27,0	55	240				

Примечание. Обозначение ключа с размером зева $S = 19$ мм нормальной точности Н, группы прочности с требованиями к шероховатости поверхности исполнения 1 по ГОСТ 2838–80 с хромовым покрытием толщиной 9 мкм:

Ключ 7811-0125 НС 1 Х9 ГОСТ 2841–90.

6.56. Гаечные ключи с открытым зевом двусторонние (ГОСТ 2839–80)



Размеры, мм

Обозначение ключа	Размеры зевов $S_1 \times S_2$		b_1	b_2	l
	1-й ряд	2-й ряд			
7811-0451	—	$2,5 \times 3,2$	7	8	65
7811-0452	$3,2 \times 4$	—	8	10	
7811-0453	—	$3,2 \times 5,5$		13	80
7811-0001	4×5	—	10	12	
7811-0005	$5 \times 5,5$		12	13	
7811-0002	$5,5 \times 7$		13	15	100
7811-0454	—	6×7	14		
7811-0006	7×8	—	15	20	110
7811-0455	—	8×9	20	21	
7811-0003	8×10	—		22	120
7811-0456	—	9×11	21	24	125
7811-0457	10×11	—	22		
7811-0004	—	10×12		28	140
7811-0458		10×13	24	26	125
7811-0459		11×12		28	140
7811-0461	11×13	—	26	28	
7811-0462	—	11×14		30	
7811-0007		12×13	28		

Окончание табл. 6.56

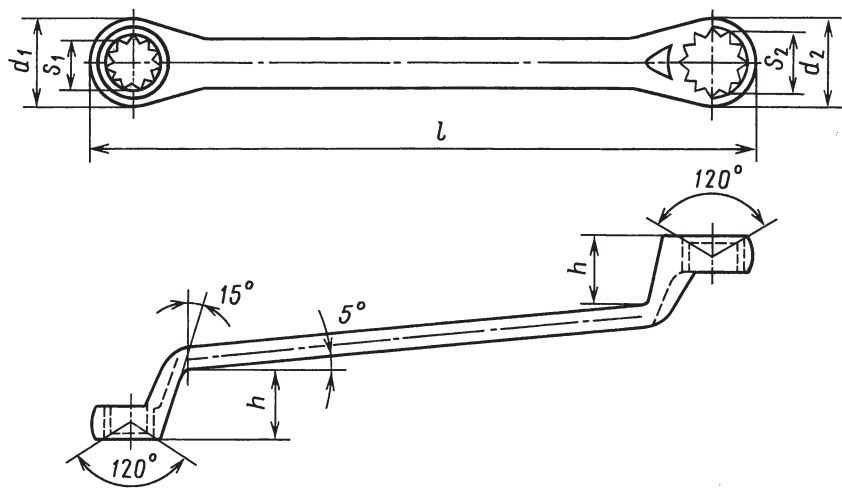
Обозначение ключа	Размеры зевов $S_1 \times S_2$		b_1	b_2	l
	1-й ряд	2-й ряд			
7811-0021	—	12×14	26	30	140
7811-0027		13×14	28		
7811-0463		13×15		32	160
7811-0464		13×17		35	
7811-0022		14×17	30		
7811-0023		17×19	35	42	175
7811-0465		17×22		46	180
7811-0024		19×22	42		205
7811-0466		19×24		50	
7811-0025		22×24	46		230
7811-0467		22×27			55
7811-0026	24×27	50	62	260	
7811-0468	—				24×30
7811-0041	27×30	55	65	270	
7811-0469	—				27×32
7811-0042		30×32			
7811-0471		30×36	75	310	
7811-0043		32×36			65
7811-0044	36×41	—	75	85	350
7811-0045	—	41×46	85	95	380
7811-0046	46×50	—	95	102	420
7811-0047	—	50×55	102	112	460
7811-0048	55×60	—	112	122	500
7811-0049	—	65×70	132	142	580
7811-0050		75×80	152	165	670

Примечания. 1. Размеры зевов первого ряда предпочтительнее для применения.

2. Обозначение ключа с размером зева 17×19 мм нормальной точности Н, группы прочности С с требованиями к шероховатости поверхности исполнения 1 по ГОСТ 2838–80 с хромовым покрытием толщиной 9 мкм:

Ключ 7811-0023 НС 1 Х9 ГОСТ 2839–80.

6.57. Гаечные кольцевые двусторонние коленчатые ключи (ГОСТ 2906–80)



Размеры, мм

Обозначение ключа	Размеры зевов $S_1 \times S_2$		d_1	d_2	h	l
	1-й ряд	2-й ряд				
7811-0281	—	$5,5 \times 7$	10	12	21	155
7811-0501		6×7	11		22	
7811-0282	7×8	—	12	13	23	170
7811-0502	—	8×9	13	15		180
7811-0283		8×10		16		
7811-0503			9×11	15	18	24
7811-0504	10×11	—	16	19		
7811-0284	—	10×12			18	20
7811-0505		11×12	19	22		
7811-0506		11×13			20	26
7811-0507		11×14	21	22		
7811-0285		12×13			19	20
7811-0286		12×14				

Окончание табл. 6.57

Обозначение ключа	Размеры зевов $S_1 \times S_2$		d_1	d_2	h	l
	1-й ряд	2-й ряд				
7811-0287	—	13×14	20	22	26	210
7811-0508		13×17		26	28	240
7811-0288		14×17	22			
7811-0289		17×19	26	28	30	260
7811-0509		17×22		33	32	280
7811-0290		19×22	28			
7811-0511		19×24		36	34	320
7811-0291		22×24	33			
7811-0292	24×27	—	36	40	36	340
7811-0512	—	24×30		44		
7811-0293		27×30	40			
7811-0513		27×32		46	38	360
7811-0294		30×32	44			
7811-0514		30×36		52	40	400
7811-0295		32×36	46			
7811-0296	36×41	—	52	61	42	450
7811-0297	—	41×46	61	70	45	480
7811-0298	46×50	—	70	75	48	500
7811-0299	50×55		75	83	50	530

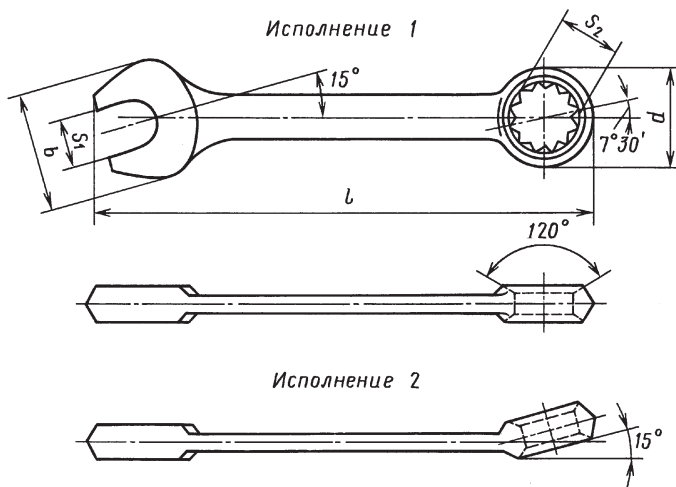
Примечания. 1. Размеры зевов первого ряда предпочтительнее.

2. Зевы ключей допускается изготавливать в виде шестигранника.

3. Обозначение ключа с размером зева 19 × 22 мм нормальной точности Н с требованиями к шероховатости поверхности исполнения 1 по ГОСТ 2838—80 с хромовым покрытием толщиной 9 мкм:

Ключ 7811-0290 Н 1 Х9 ГОСТ 2906—80.

6.58. Гаечные комбинированные ключи (ГОСТ 16983–80)



Размеры, мм

Обозначение ключа		Размеры зевов $S_1 \times S_2$		b	d	l
Исполнение 1	Исполнение 2	1-й ряд	2-й ряд			
7811-0221	7811-0250	5,5 × 5,5	—	13	9	100
7811-0531	7811-0232	—	5,5 × 7		11	105
7811-0222	7811-0251	7 × 7	—	15	13	115
7811-0533	7811-0534	—	7 × 8		16	120
7811-0223	7811-0252	8 × 8	—	20	20	140
7811-0535	7811-0536	—	8 × 10		21	150
7811-0224	7811-0253	10 × 10	—	22	24	180
7811-0539	7811-0541	—	10 × 13		26	160
7811-0542	7811-0543	11 × 11	—	24	18	130
7811-0225	7811-0254	12 × 12		26	19	
7811-0544	7811-0545	—	12 × 14		21	150
7811-0226	7811-0255	13 × 13	—	28	20	140
7811-0227	7811-0256	14 × 14		30	21	150
7811-0546	7811-0547	—	13 × 17	28	25	160

Окончание табл. 6.58

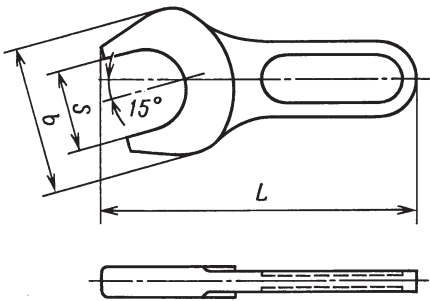
Обозначение ключа		Размеры зевов $S_1 \times S_2$		b	d	l
Исполнение 1	Исполнение 2	1-й ряд	2-й ряд			
7811-0228	7811-0257	17 × 17	—	35	25	160
7811-0548	7811-0549	—	17 × 19		28	180
7811-0229	7811-0258	19 × 19	—	42		
7811-0230	7811-0259	22 × 22		46	33	200
7811-0231	7811-0260	24 × 24		50	36	220
7811-0232	7811-0261	27 × 27		55	39	260
7811-0233	7811-0262	30 × 30		62	43	280
7811-0234	7811-0263	32 × 32		65	45	
7811-0235	7811-0264	36 × 36		75	52	300
7811-0236	7811-0265	41 × 41		85	58	360
7811-0237	7811-0266	46 × 46		95	65	400
7811-0238	7811-0267	50 × 50		102	71	450
7811-0239	7811-0268	55 × 55		112	80	480

Примечания. 1. Ключи изготавливают прямые (исполнение 1) и с отогнутой кольцевой головкой на 15° (исполнение 2).

2. Обозначение ключа исполнения 1 с размером зева 17 × 17 мм повышенной точности П с требованиями к шероховатости поверхности исполнения 1 по ГОСТ 2838–80 с хромовым покрытием толщиной 9 мкм:

Ключ 7811-0228 П 1 Х9 ГОСТ 16983–80.

6.59. Гаечные ключи с открытым зевом односторонние укороченные (ГОСТ 3108–71)



Окончание табл. 6.59

Размеры, мм

Обозначение ключа	S	b	Длина ключа L	Обозначение ключа	S	b	Длина ключа L
7811-0181	85	175	330	7811-0189	145	305	600
7811-0182	90	185	350	7811-0190	155	325	615
7811-0183	95	195	370	7811-0191	175	365	690
7811-0184	100	205	380	7811-0192	180	375	710
7811-0185	105	215	400	7811-0193	185	385	730
7811-0186	110	225	420	7811-0194	200	415	775
7811-0187	115	235		7811-0195	210	435	825
7811-0188	130	275	545	7811-0196	225	465	875

Примечание. Обозначение ключа с размером зева $S = 90$ мм, с требованиями к шероховатости поверхностей исполнения 1 по ГОСТ 2838–80 с хромовым покрытием толщиной 9 мкм:

Ключ 7811-0182 1 Х9 ГОСТ 3108–71.

6.60. Гаечные разводные ключи

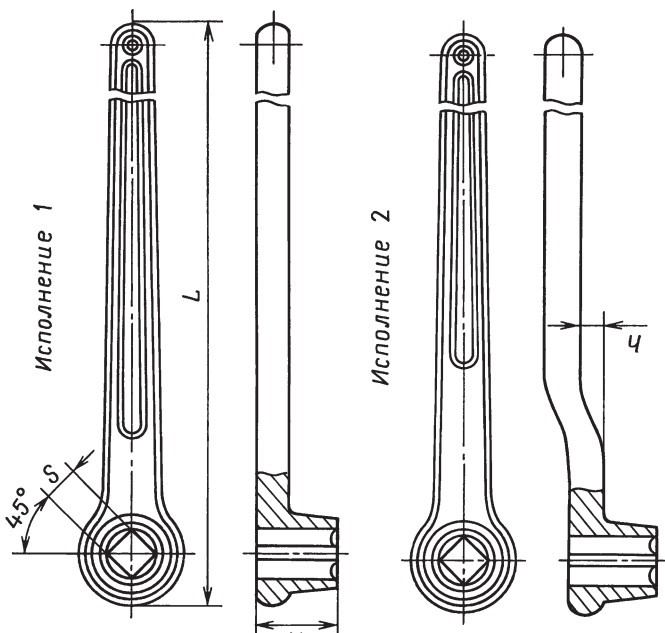
Размеры, мм

Обозначение ключа	Наибольшее гарантируемое раскрытие губок S	Размер H при сведенной губке	Длина ключа L	Обозначение ключа	Наибольшее гарантируемое раскрытие губок S	Размер H при сведенной губке	Длина ключа L
7813-0031	12	32	110	7813-0034	30	70	250
7813-0032	19	48	160	7813-0035	36	81	300
7813-0033	24	56	200	7813-0036	46	110	380

Примечание. Обозначение разводного ключа группы 1 с размером зева $S = 30$ мм с покрытием Н12Х1:

Ключ 7813–0034 1 Н12Х1 ГОСТ 7275–75.

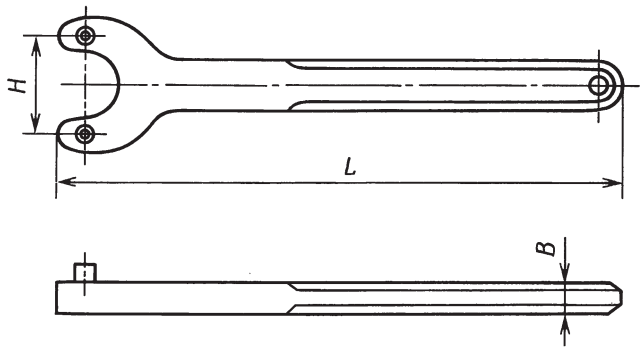
6.61. Кольцевые односторонние ключи с четырехгранным зевом (ГОСТ 18828–73)

Размеры, мм							
Обозначение ключа		S	H	Длина ключа L	h		
Исполне- ние 1	Исполне- ние 2						
							
7811-0361	7811-0381	5	10	110	5		
7811-0362	7811-0382	7	12	125	7		
7811-0363	7811-0383	8	15	140	8		
7811-0364	7811-0384	10	18	160	10		
7811-0365	7811-0385	11	20	170	11		
7811-0366	7811-0386	12		180	12		
7811-0367	7811-0387	14	24	220	14		
7811-0368	7811-0388	17	28	260	17		
7811-0369	7811-0389	19	32	280	19		
7811-0371	7811-0391	22	36	320	22		
7811-0372	7811-0392	24	40	340	24		
7811-0373	7811-0393	27	45	380	27		
7811-0374	7811-0394	30	50	420	30		
7811-0375	7811-0395	32	56	450	32		
7811-0376	7811-0396	36	60	480	36		
7811-0377	7811-0397	41	67	500	41		

Примечание. Обозначение ключа исполнения 1 с размером зева S= 14 мм, с требованиями к шероховатости поверхности исполнения 1 по ГОСТ 2838–80 с покрытием Кд 21.хр:

Ключ 7811–0367 1 Кд 21.хр ГОСТ 18828–73.

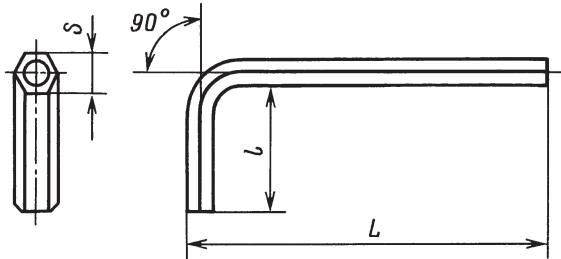
6.62. Рожковые ключи



Размеры, мм

Размер между рожками <i>H</i>	<i>B</i>	Длина ключа <i>L</i>	Размер между рожками <i>H</i>	<i>B</i>	Длина ключа <i>L</i>
13	21	90	42	53	180
15	23	100	48	60	200
18	26	110	56	70	
20	28	125	64	78	220
22	32		72	85	250
24	34	140	80	93	
27	38		90	106	280
30	40	160	100	120	320
34	44		110	130	
38	48	180	120	142	360

6.63. Торцовые ключи для деталей с шестигранным углублением под ключ (ГОСТ 11737–93)



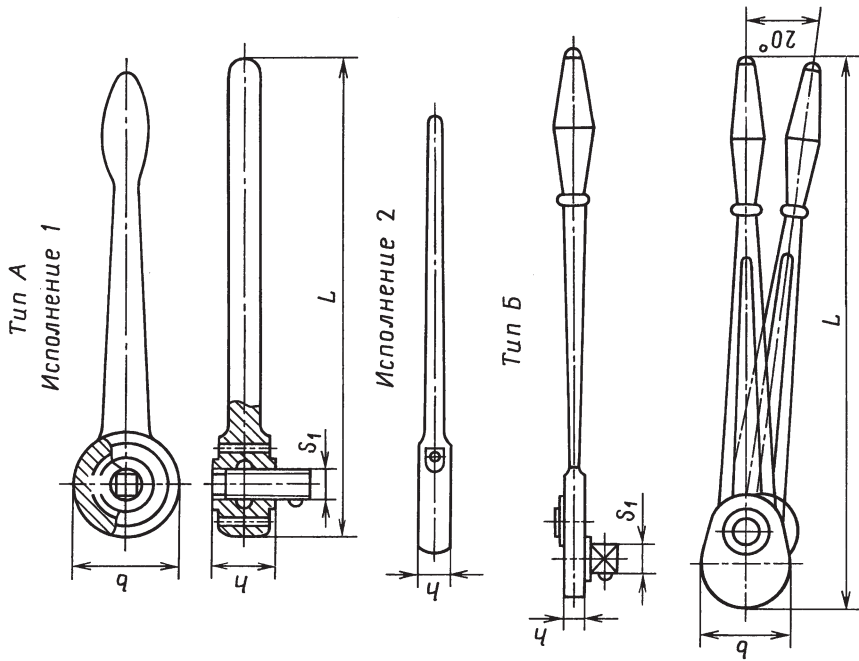
Размеры, мм

Обозначение ключа	<i>S</i>	<i>l</i>	Длина ключа <i>L</i>	Обозначение ключа	<i>S</i>	<i>l</i>	Длина ключа <i>L</i>
7812-0371	2,5	18	56	7812-0381	14	56	140
7812-0372	3,0	20	63	7812-0382	17	63	160
7812-0373	4,0	25	71	7812-0383	19	71	180
7812-0374	5,0	28	80	7812-0384	22	80	200
7812-0375	6,0	32	90	7812-0385	24	90	220
7812-0376	7,0	34	95	7812-0386	27	100	250
7812-0377	8,0	36	100	7812-0387	32	125	320
7812-0378	10,0	40	110	7812-0388	36	140	360
7812-0379	12,0	45	125				

Примечание. Обозначение торцового ключа для деталей с шестигранным углублением под ключ с размером зева $S = 10$ мм из стали 40ХФА и покрытием Н12Х1:

Ключ 7812-0378 40ХФА ГОСТ 11737–93.

6.64. Трещоточные ключи (ГОСТ 22402–77)



Окончание табл. 6.64
Размеры, мм

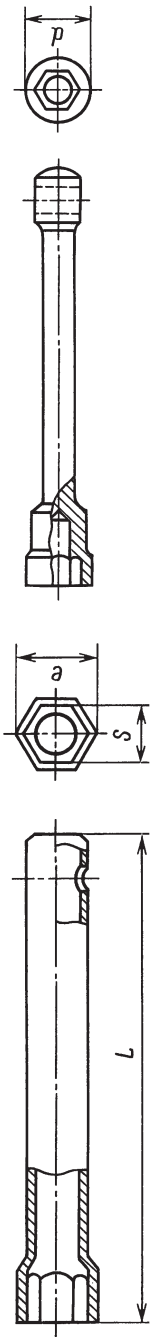
Обозначение ключа	Тип	Исполнение	S_1	b	h	L
				не более		
6910-0291	А	1	6,3	24	9,0	160
6910-0294		2		20	10,0	
6910-0292		1	10,0	24	13,6	200
6910-0295		2		28	12,5	
6910-0293		1	12,5	45	18,0	250
6910-0296					16,0	
6910-0297		2	20,0	63	25,0	630
6910-0298			25,0	71	32,0	710
6910-0299	Б	—	6,3	28	25	160
6910-0300			10,0	32		200
6910-0301			12,5	45	40	250
6910-0302			20,0	71	56	630
6910-0303			25,0	80	71	710

Примечания. 1. Ключи типа А двух исполнений: 1 — с углом поворота рукоятки 15°; 2 — с углом поворота рукоятки 25°.
2. Обозначение ключа типа А исполнения 1 с размером присоединительного квадрата 12,5 мм:

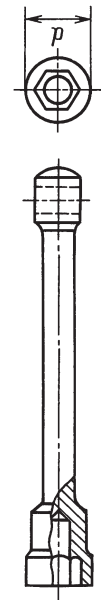
Ключ 6910-0293 ГОСТ 22402–77.

6.65. Гачные торцовые ключи с внутренним шестигранником односторонние (ГОСТ 25787—83)

Исполнение 1

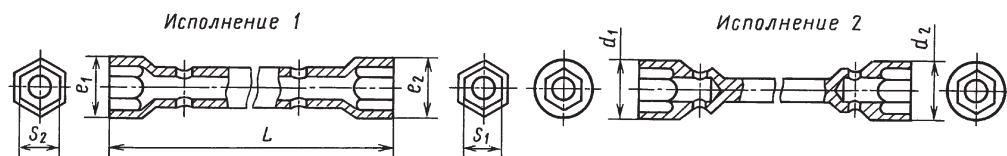


Исполнение 2



Размеры, мм											
Испол- нение	S	d = e	L	Испол- нение	S	d = e	L	Испол- нение	S	d = e	L
2	3,2	6,0		1	11,0	17,0	95	1	19	28,5	175
1	4,0	8,0		2				2			
2	5,0	9,5		1	12,0	19,0	105	1	21	30,5	190
1				2		2					
2			1	13,0	20,5	120	1	22	32,0	210	
1	5,5	10,0	2				2				
2	6,0	11,0	1	14,0	21,5	120	1	24	34,5	240	
1			2		2						
2			1	15,0	23,0		155	1	27	38,5	280
1	7,0	11,5	2					2			
2	8,0	13,0	1	16,0	24,5	175	1	30	42,0	240	
1			2		2						
2			1	17,0	26,0		190	1	32	45,0	240
1	10,0	16,0	2					2			
2	10,0	16,0	1	18,0	27,0	210	1	34	48,0	240	
1			2		2						

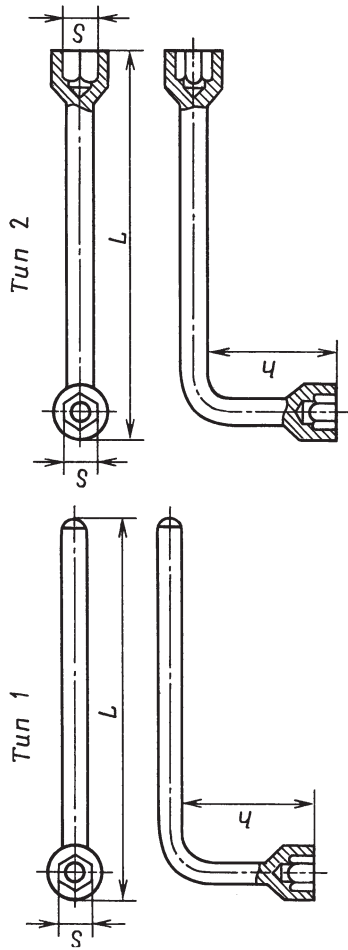
6.66. Гаечные торцовые ключи с внутренним шестигранником двусторонние (ГОСТ 25789–83)



Размеры, мм

Размеры зевов $S_1 \times S_2$	$d_1 = e_1$	$d_2 = e_2$	L	Размеры зевов $S_1 \times S_2$	$d_1 = e_1$	$d_2 = e_2$	L	
4×5	8,0	9,5	80	19×22	28,5	32,0	120	
$5 \times 5,5$	9,5	10,0		19×24		34,5	135	
$5,5 \times 7$	10,0	11,5		21×22	30,5	32,0		
6×7	11,0			21×24		34,5		
7×8	11,5	13,0	95	22×24	32,0	34,5		155
8×9	13,0	15,0		24×27	34,5			
8×10		16,0		24×30		42,0		
10×11	16,0	17,0	105	27×30	38,5	45,0	175	
10×12		19,0		27×32				
11×13	17,0	20,5		30×32	42,0	48,0		
12×13	19,0			30×34		30,0		
12×14		21,5		30×36	45,0	48,0		
13×14	20,5			32×34		50,0		57,0
13×15		23,0	32×36	63,0				
13×16		24,5	34×36	48,0	180			
13×17		26,0	36×41	50,0	190			
15×16	23,0	24,5	115	41×46	57,0	69,0	210	
16×17	24,5	26,0		46×50	69,0	75,0	240	
16×18		27,0		50×55		81,0	280	
17×19	26,0	28,5		55×60	75,0	88,0	94,0	
18×19	27,0		65×70	88,0	101,0	108,0		
18×21		30,5	120	75×80	101,0	108,0		

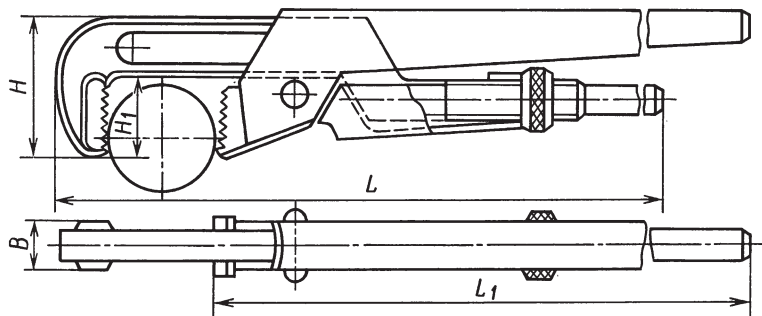
6.67. Гаечные торцовые ключи с внутренним шестигранником изогнутые (ГОСТ 25788—83)



Размеры, мм																
Тип	S	h	L	Тип	S	h	L	Тип	S	h	L	Тип	S	h	L	
1	4	35	150	1	10	35	150	1	17	45	180	1	30	85	280	
2	4 × 4			2	10 × 10			2	17 × 17			2	30 × 30			
1	5			1	11			1	18			1	32			
2	5 × 5			2	11 × 11			2	18 × 18			2	32 × 32		300	
1	5,5			1	12			1	19			2	34 × 34			
2	5,5 × 5,5			2	12 × 12			2	19 × 19			1	36			
1	6			1	13			1	21			2	36 × 36		320	
2	6 × 6			2	13 × 13			2	21 × 21		1	41				
1	7			1	14			1	22		2	41 × 41	105	340		
2	7 × 7			2	14 × 14			2	22 × 22		1	46				
1	8	45	170	1	15			66	220	1	24	120	380			
2	8 × 8			2	15 × 15					2	24 × 24			2	46 × 46	
1	9			1	16					1	27			1	50	400
2	9 × 9			2	16 × 16					2	27 × 27		2	50 × 50		
															135	450

6.68. Трубные ключи

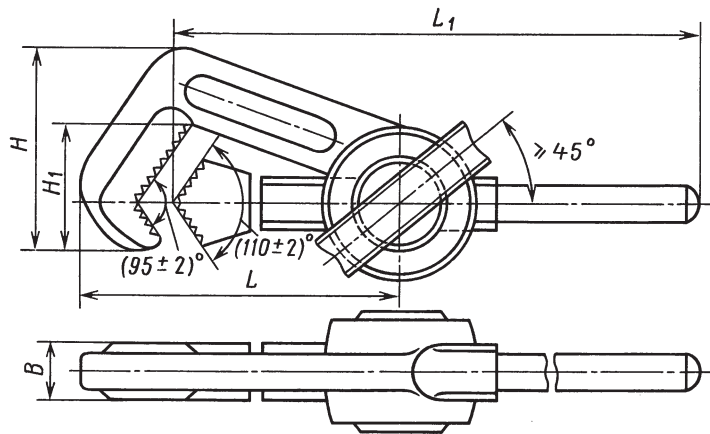
Ключ трубный рычажной (ГОСТ 18981–73)



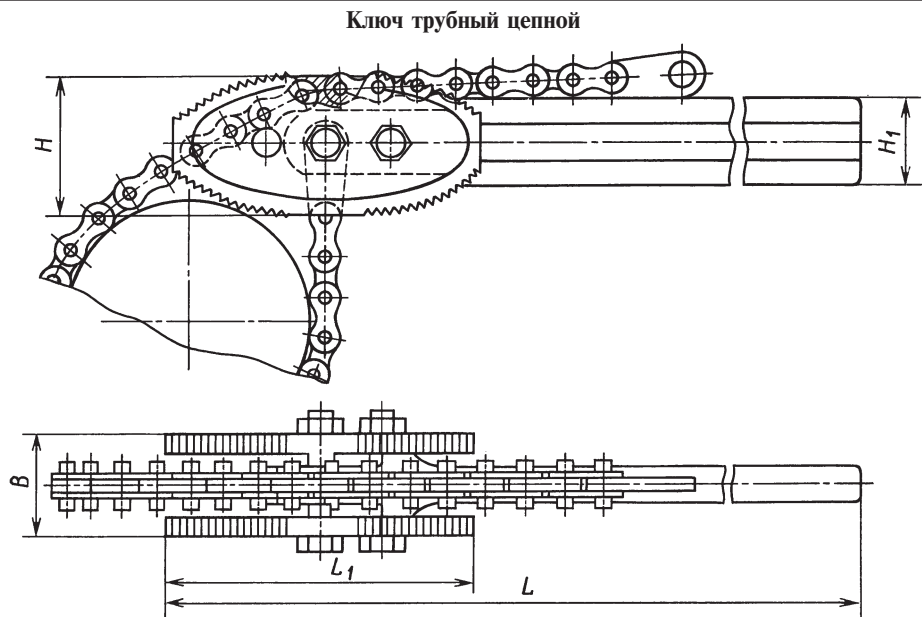
Размеры, мм

Обозначение ключа	Диаметр <i>D</i> труб, зажимаемых ключом	<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>H</i>	<i>H</i> ₁	<i>B</i>
7813-001	10...36	300	280	45	25	18
7813-002	20...50	400	360	60	36	22
7813-003	20...63	500	450	71	45	26
7813-004	25...90	630	560	85	56	30
7813-005	32...120	800	710	110	71	34

Ключ трубный накладной

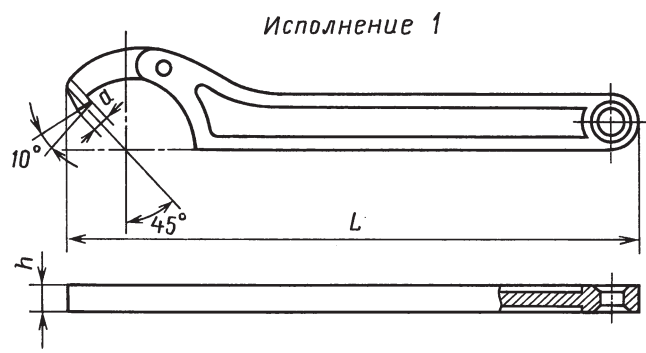


7813-011	10...36	124	400	75	50	20
7813-012	20...63	186	520	107	70	24
7813-013	25...90	248	650	145	98	28



Обозначение ключа	Диаметр D труб, зажимаемых ключом	L	L_1	H	H_1	B
7813-021	10...63	450	90	44	30	32
7813-022	20...114	655	150	65	40	48

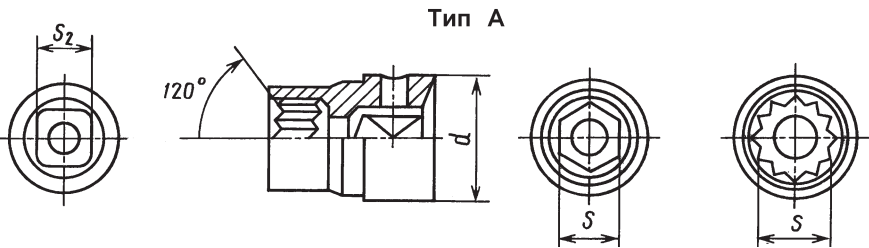
6.69. Шарнирные ключи для круглых шлицевых гаек (ГОСТ 16985–79)



Окончание табл. 6.69
Размеры, мм

Обозначение ключа		Наружный диаметр гаек	<i>L</i>	<i>a</i>	Длина ключа <i>L</i>
Исполнение 1	Исполнение 2				
7811-0351	7811-0435	22...60	160	3,2	160
7811-0352	7811-0436	65...110	250	5,8	250
7811-0353	7811-0437	115...220	400	9,0	400

6.70. Сменные головки (ГОСТ 25604–83)



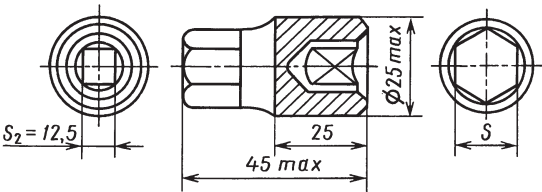
Размеры, мм

Размер S зева	Размер S_2 стороны присоединительно-го квадрата	d	Размер S зева	Размер S_2 стороны присоединительно-го квадрата	d	Размер S зева	Размер S_2 стороны присоединительно-го квадрата	d
3,2	6,3	12,0	13	6,3	20,0	16	10	24
4,0			14			17		
5,0			7	10	18,5	18		
5,5			8			19		
6,0			9		20	20		
7,0			10			21		
8,0			11			22		
9,0		13,0	12			10	12,5	
10,0		15,0	13			11		
11,0		16,0	14			12		
12,0		17,0	15		24	13		

Продолжение табл. 6.70

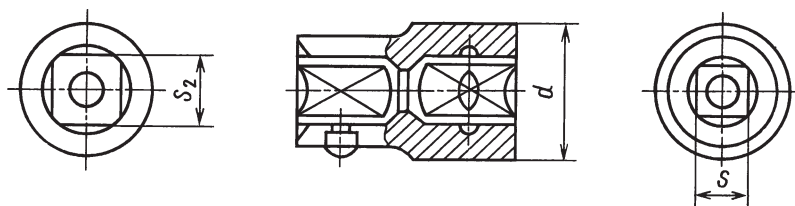
Размер S зева	Размер S_2 стороны присоеди- тельно- го квад- рата	d	Размер S зева	Размер S_2 стороны присоеди- тельно- го квад- рата	d	Размер S зева	Размер S_2 стороны присоеди- тельно- го квад- рата	d
14	12,5	24	28	12,5	30	46	20	40
15			30			50		
16			32			55		
17		26	22	20	34	32	25	48
18			23			36		
19			24			41		
20			25			46		
21		28	26		36	50		50
22			27			55		
23			28			60		
24		30	30			65		52
25			32			70		
26			36			75		
27			41		38	80		

Тип Б



Окончание табл. 6.70

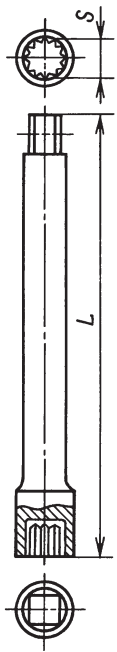
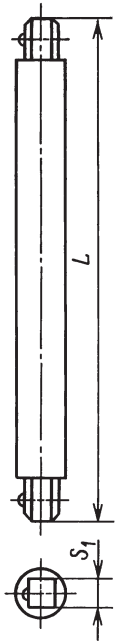
Тип В



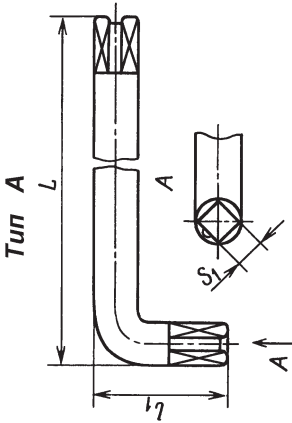
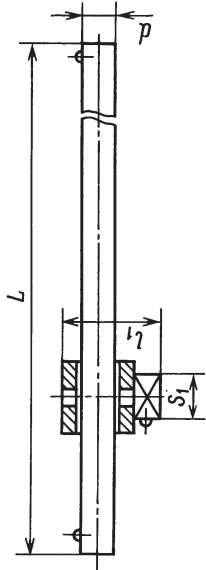
Размер S зева, типа Б	Размер S зева, тип В	Размер S_2 стороны присоеди- тельного квадрата	d	Размер S зева, тип В	Размер S_2 стороны присоеди- тельного квадрата	d
5*	3,15	6,3	12	11,2	10	20
	3,55			12,5		
6*	4			14		
	4,5			16	12,5	26
8*	5			10		
	5,6			11,2		
10*	6,3			12,5		
	7,1			14		28
12*	8			16		
	9			18		30
14*	10			20		
	8	10	20	22,4	20	38
17*	9			25	25	43
	10					

* $S_2 = 12,5$ мм; $d = 25$ мм.

6.71. Удлинители (ГОСТ 25600—83)

Тип А													
Исполнение 1					Исполнение 2								
													
Размеры, мм					Размеры, мм								
Исполнение	Размер стороны квадрата		Размер S зева	L	Исполнение	Размер стороны квадрата		Размер S зева	L				
	S ₁ наружного	S ₂ внутреннего				S ₁ наружного	S ₂ внутреннего						
1	6,3	6,3	—	100	1	12,5	12,5	—	125				
2		—	7		2		—	12					
1		6,3	—	120	1		12,5	—	150				
2	10	10	7		2		—	12					
1		—	—	125	1	20	20	—	200				
2			10		2		—		400				
1	10	10	—	200	1	25	25		200				
2		—	10		2		—		400				
Тип Б													
					Размер стороны присоединительного квадрата								
Исполнение					L								
1					100								
2					120								
1					125								
2					200								
Размер стороны квадрата					Размер S зева								
S ₁ наружного					S ₂ внутреннего								
6,3					6,3								
10					10								
25					25								
20					20								
12,5					12,5								
12					12								
25,0					25,0								
200					200								
400					400								

6.72. Ключи с присоединительными квадратами (ГОСТ 25601–83)

		Обозначение ключа	Тип	Размер S_1 стороны присоединительного квадрата	L	l_1	d
	Тип А	6910-0318	А	6,3	100	20	—
		6910-0319		10,0	160	36	
		6910-0321		12,5	200	56	
	Тип Б	6910-0322	Б	6,3	125	25	6
		6910-0323		10,0	200	36	10
		6910-0324		12,5	315	45	12,5
		6910-0325		20,0	500	56	20

Окончание табл. 6.72

Тип В		Обозначение ключа	Тип	Размер S_1 стороны присоединительного квадрата	L	l_1
Исполнение 1 без шарнира		6910-0326	Б	25,0	630	71
		6910-0327*	В	6,3	200	—
		6910-0328			160	16
Исполнение 2 с шарниром		6910-0329*		10,0	200	—
		6910-0331			250	25
		6910-0332*		12,5	200	—
		6910-0333			400	32

* Без шарнира.

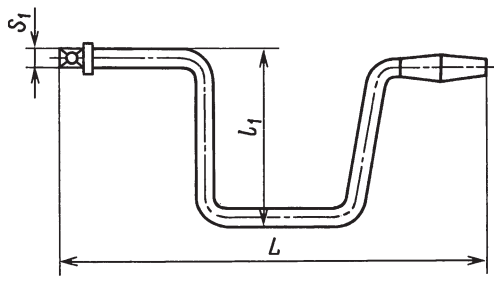
Примечания. 1. Обозначение ключа типа В исполнения 1 с размером присоединительного квадрата 10,0 мм с требованиями к шероховатости поверхности исполнения 1 с покрытием Х9;

Ключ 6910-0329 I Х9 ГОСТ 25601-83.

2. Ключи типов А и Б изготавливают с одно- и двусторонними наружными присоединительными квадратами.

6.73. Коловороты к сменным головкам (ГОСТ 25602–83)

Размеры, мм

	Обозначение ключа	Размер S_1 сто- роны присое- динительного квадрата	L	l_1
	6910-0349	6,3	160	40
	6910-0351	10,0	250	80
	6910-0352	12,5	400	125

Примечание. Обозначение коловорота с размером присоединительного квадрата $S_1 = 12,5$ мм с требованиями к шероховатости поверхности исполнения 1 с покрытием X9:

Коловорот 6910-0352 1 X9 ГОСТ 25602–83.

Размеры специальных ключей (коликовых и накидных), ключей-мультипликаторов и увеличителей крутящего момента приведены в табл. 6.75–6.79, а моментных ключей для нормированной затяжки ответственных резьбовых соединений, в том числе высокопрочных болтов, при монтаже технологического оборудо-

вания, трубопроводов и металлоконструкций — в табл. 6.80.

Для настройки динамометрических и предельных ключей с регулируемым крутящим моментом в условиях монтажной площадки применяют тарировочный стенд СТП–2000.

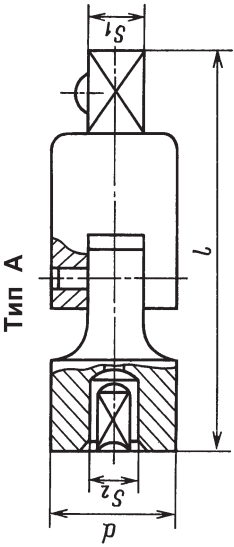
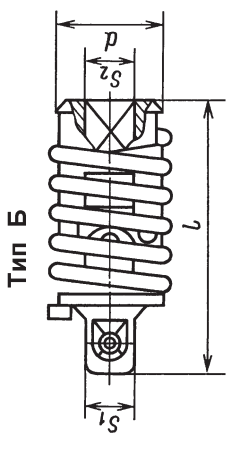
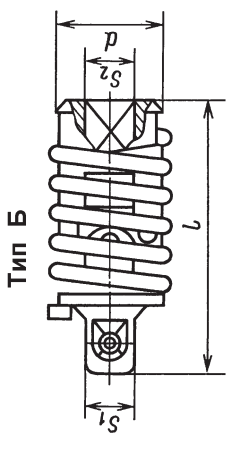
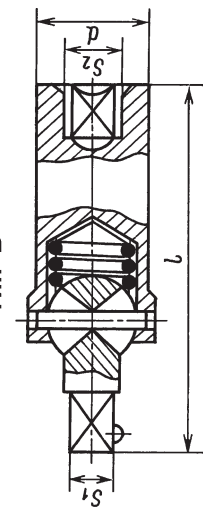
Техническая характеристика стенда СТП-2000

Диапазон градуировки, Н · м	500...200
Цена деления шкалы, Н · м	20
Размер S выходного зева, мм.	41
Габаритные размеры, мм.	390 × 200 × 290
Масса, кг	20

Техническая характеристика ручных силовых механизмов повышенной точности для затяжки ответственных соединений

	КМП-50	КМП-200
Максимальный крутящий момент, Н · м:		
входной	180	200
выходной	500	3000
Масса, кг:		
без сменных головок.	3,2	8,6
с комплектом сменных головок.	5,6	16,3

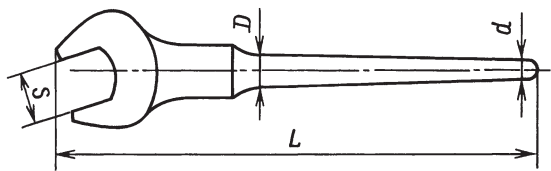
6.74. Шарниры (ГОСТ 25603—83)

Размеры, мм				
	Обозначение шарнира	Тип	Размер присоединительного квадрата	
			S_1 наружного	S_2 внутреннего
	6910-0353	А	6,3	
	6910-0354	Б		
	6910-0355	В		
	6910-0356	А	10,0	
	6910-0357	Б		
	6910-0358	В		
	6910-0359	А	12,5	
	6910-0361	Б		
	6910-0362	В		
	6910-0363	А		
	6910-0364	Б	20,0	
	6910-0365	В		

Примечание. Обозначение шарнира типа А с размером присоединительного наружного квадрата $S_1 = 12,5$ мм с требованиями к шероховатости поверхности исполнения 1 с покрытием Х9:

Шарнир 6910-0359 1 Х9 ГОСТ 25603—83.

6.75. Ключи гаечные коликовые монтажные

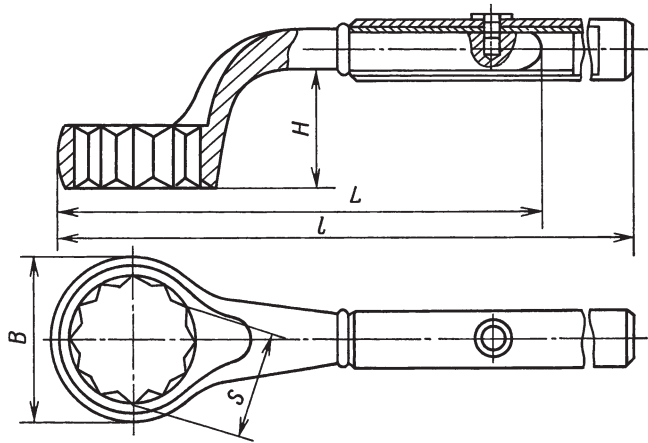


Размеры, мм

Обозначение ключа	<i>S</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>L</i>	Масса, кг
КМК-17	17	12	5	240	0,14
КМК-19	19	15	6	280	0,24
КМК-22	22	18	7	330	0,28
КМК-27	27	22	8	410	0,56
КМК-30	30			430	0,70
КМК-32	32	25	10	460	0,89
КМК-36	36			480	0,96

Примечание. Предназначены для сборки резьбовых соединений и совмещения отверстий в стыкуемых деталях.

6.76. Гаечные накладные ключи с удлинителем



Окончание табл. 6.76
Размеры, мм

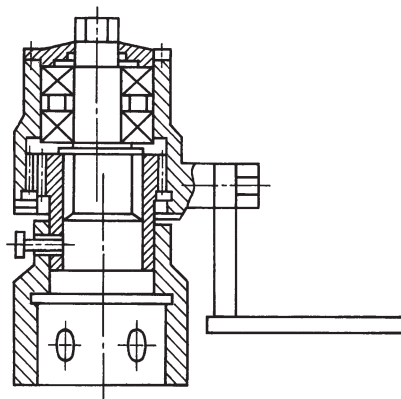
<i>S</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	Масса, кг
55	340	1700	75	55	1,6
70	350		100	60	2,3
75	360		105		2,6
80			115		2,9
85			120		3,4
90			125		3,9

6.77. Накидные молотковые ключи

Размеры, мм

	<i>S</i>	<i>L</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>h</i>	Мас- са, кг
	41	200	62	24	20	0,8
	46	220	68	26		0,9
	50	240	74	28	24	1,1
	55	260	80	30	26	1,2
	60	280	86			1,8
	65	300	92	34	30	2,1
	70	320	100	36	35	2,7
	75	340	106	38	25	2,8
	80	360	115	40	40	4,2
	85	380	122			4,8
	90	400	128	42		5,2
	95	420	135	44		5,8
	100	440	142	46		6,3
	105	460	150	48		7,2
	110	480	158	50		8,2
	115	500	166			8,7

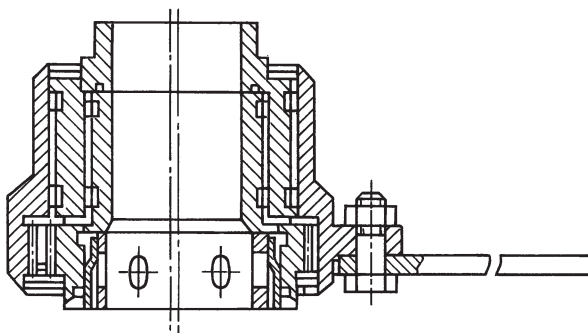
6.78. Ключи-мультипликаторы



Обозначение ключа	Диаметр затягиваемых резьб, мм	Размер зева сменных головок, мм	Максимальный крутящий момент, Н · м		Габаритные размеры, мм			Масса (без сменной головки), кг
			на входном валу	на выходном валу	Длина	Ширина	Высота	
КМ-70А	27...30	41; 46; 50; 55	68	700	356	86	190	5,7
КМ-130А	30...42	46; 50; 55; 60; 65	127	1300	374	96	221	6,6
КМ-200А	39...52	60; 65; 70; 75; 80	200	2000	475	115	234	9,6
КМ-300	49...56	70; 75; 80; 85		3000	425	146	245	13,3
КМ-400	48...64	75; 80; 85; 95		4000	480	150	280	15,3
КМ-600	64...76	95; 100; 105; 110	146	6000	525	195	285	27,8

Примечание. Ключ-мультипликатор комплектуют сменными головками и ручным трещоточным ключом.

6.79. Увеличители крутящего момента



Обозначение увеличителя	Диаметр за- тягиваемых резьб, мм	Размер зева сменных го- ловок, мм	Максималь- ный крутящий момент, Н·м		Габаритные размеры, мм			Масса (без смен- ной голов- ки), кг
			на вход- ном валу	на вы- ход- ном валу	Длина	Ши- рина	Высота	
УКМ-300М	48...56	70; 75; 80; 85	200	3000	368	160	155	11,2
УКМ-600М	64...76	70; 75; 80; 86; 95; 105; 110	147	6000	449	190	189	21,6
УКМ-800М	76...90	96; 100; 105; 115	200	8000	480	222	225	32,2

Пр и м е ч а н и е. Увеличитель крутящего момента комплектуют сменными вкладышами и ручным трещоточным ключом.

Слесарно-монтажные отвертки пред-
назначены для завинчивания и отвин-
чивания винтов и шурупов с прямыми и
крестообразными шлицами и для круг-
лых гаек со шлицем на торце.

Отвертки с пластмассовой ручкой типа
1 предусмотрены шести исполнений. Ис-
полнение 1 — со стержнем круглого сече-
ния для винтов и шурупов с прямым шли-
цем, с размерами лопатки $a \times b$ по ГОСТ
24437—93 от $0,25 \times 1,7$ до 5×28 мм и дли-

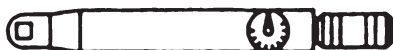
ной 70...440 мм (рис. 6.7, а). Исполнение
2 — со стержнем круглого сечения с шес-
тигранным поводком под ключ для винтов
и шурупов с прямым шлицем, с размерами
лопатки от $0,8 \times 5,5$ до $2,5 \times 16,0$ мм и дли-
ной 160...370 мм (рис. 6.7, б). Исполнение
3 — со стержнем круглого сечения для
винтов без головки с прямым шлицем, с
размерами лопатки от $0,25 \times 0,8$ до
 $3,0 \times 11,0$ мм и длиной от 85...370 мм
(рис. 6.7, в). Исполнение 4 — со стержнем

6.80. Ключи моментные (ГОСТ Р 51254–99, ИСО 6789–92)

Ключи (отвертки) моментные шкальные



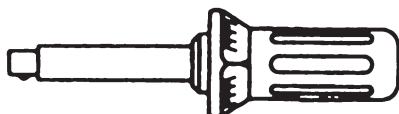
Тип А: ключ, информацию о воспроизводимом моменте в котором получают с помощью измерительной шкалы непосредственно по деформации изгиба или кручения упругого элемента ключа



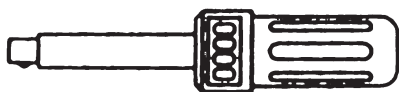
Тип В: ключ, содержащий жесткий корпус, в котором размещены механические элементы преобразования линейно-угловых перемещений. Измерительная шкала установлена на корпусе



Тип С: ключ, деформация упругого элемента которого преобразуется в электрический сигнал



Тип D: отвертка, информацию о воспроизводимом моменте в которой получают по размещенной на корпусе измерительной шкале, непосредственно по деформации упругого элемента



Тип Е: отвертка, деформация упругого элемента которой преобразуется в электрический сигнал

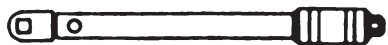
Ключи (отвертки) моментные предельные



Тип А: ключ с регулировкой воспроизводимого крутящего момента, содержащий шкалу для его установки



Тип В: ключ, жестко отрегулированный на воспроизведение одного значения крутящего момента



Тип С: ключ с регулировкой воспроизводимого крутящего момента без шкалы для его установки



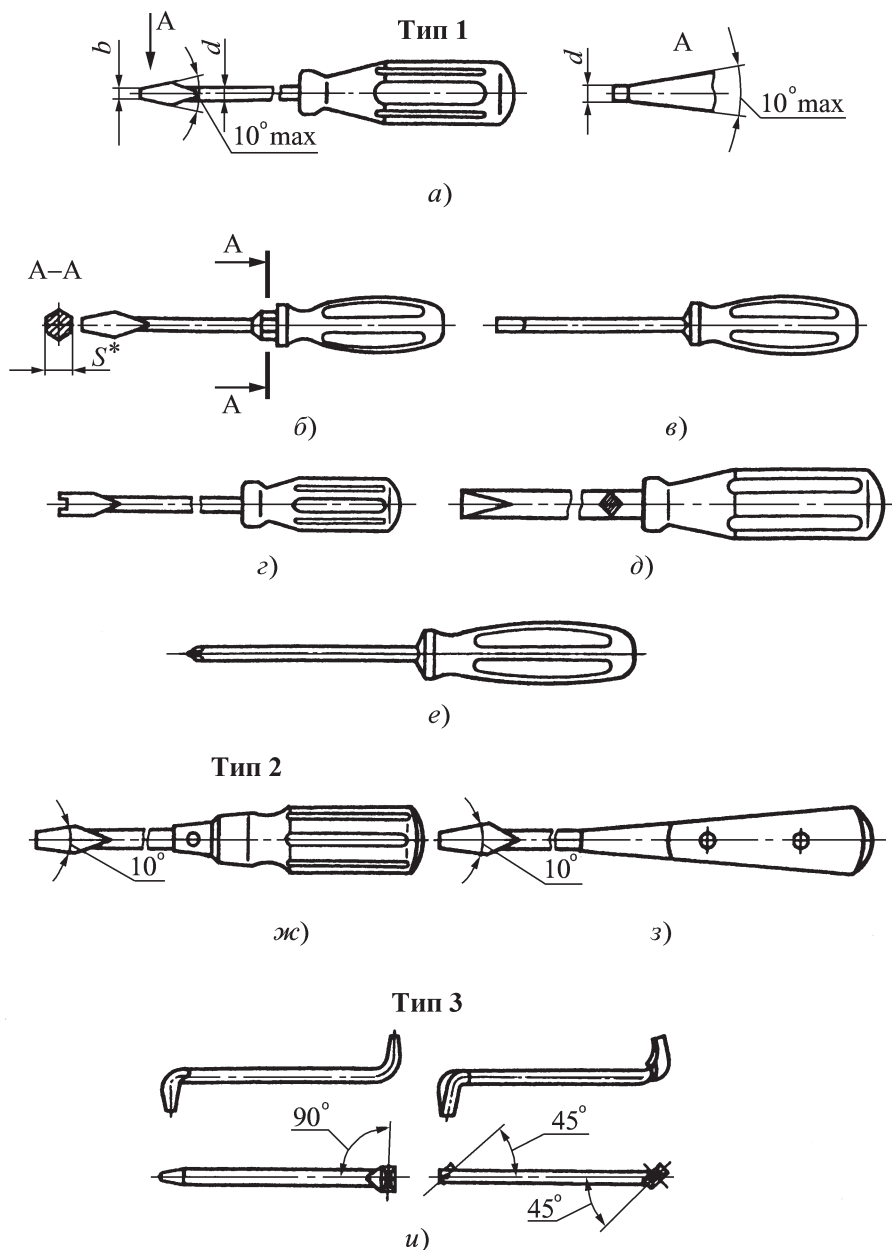
Тип D: отвертка с регулировкой воспроизводимого крутящего момента, содержащая шкалу (циферблат) для его установки



Тип Е: отвертка, жестко отрегулированная на воспроизведение одного значения крутящего момента



Тип F: отвертка с регулировкой в определенном диапазоне воспроизводимого крутящего момента без шкалы

**Рис. 6.7. Отвертки слесарно-монтажные:**

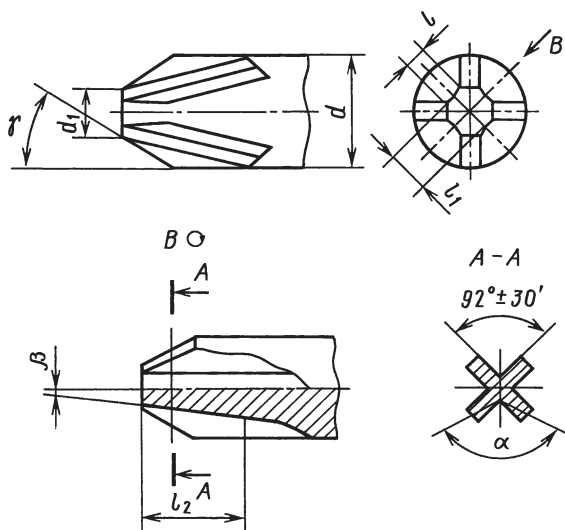
тип 1: *a* — со стержнем круглого сечения; *б* — с шестигранным поводком; *в* — для винтов без головки с прямым шлицем; *г* — для круглых гаек со шлицем; *д* — со стержнем квадратного сечения; *е* — с крестообразным шлицем; тип 2: *ж* — с деревянной ручкой, стержнем круглого сечения для винтов с прямым шлицем; *з* — с деревянной ручкой, накладками для винтов с прямым шлицем; тип 3: *и* — двусторонние изогнутые; S^* — размер шестигранного поводка

круглого сечения для круглых гаек со шлицем на торце с размерами лопатки от $0,3 \times 3,2$ до $3,5 \times 2,0$ мм и длиной 100...320 мм (рис. 6.7, з). Исполнение 5 — со стержнем квадратного сечения для винтов и шурупов с прямым шлицем, с размерами лопатки от $1,6 \times 10$ до $4,0 \times 2,4$ мм и длиной 250...400 мм (рис. 6.7, д). Исполнение 6 — со стержнем круглого сечения для винтов и шурупов с крестообразным шлицем номеров 0; 1; 2; 3 и длиной 105...310 мм (рис. 6.7, е).

Геометрические размеры рабочей части крестообразного шлица приведены в табл. 6.81.

Отвертки типа 2 с деревянной ручкой предусмотрены для изготовления двух исполнений: исполнения 1 — со стержнем круглого сечения для винтов и шурупов с прямым шлицем, с размерами лопатки от $0,5 \times 3,5$ до $2,0 \times 13,0$ мм и длиной 160...320 мм; исполнения 2 — для винтов и шурупов с прямым шлицем, с накладками и размерами лопатки

6.81. Рабочая часть слесарно-монтажных отверток для винтов и шурупов с крестообразным шлицем (ГОСТ Р 52785–2007 (ИСО 8764-1: 2004))



Размеры, мм

№ крестообразного конца	d	d_1	l	l_1	l_2	$\alpha, ^\circ$	β
0	3	0,9	0,35	0,6	3	—	7°
1	4	1,4	0,55	1,0	4	138	
2	6	2,4	1,10	1,6	5	140	5°45'
3	8	4,0	2,20	2,5	8	146	
4	10	5,3	2,80	3,8	10	153	7°

Примечание. Исполнение А с углом $\gamma = 26^\circ 30'$; исполнение В с углом $\gamma = 27^\circ$.

от $0,6 \times 4,0$ до $2,5 \times 16,0$ мм и длиной 100...315 мм (рис. 6.7, з)

Отвертки типа 3 — двусторонние изогнутые для винтов с прямым шлицем с размерами лопатки от $0,6 \times 4,0$ до $2,5 \times 13,5$ мм длиной 80...220 мм (рис. 6.7, и). Стержни отверток изготавливают из сталей У7, 40Х, 5ХФА с термической обработкой рабочей части. Руч-

ки отверток типа 2 делают из древесины твердых пород (бука, граба, ясеня, березы). Прочность отверток определяют приложением испытательного крутящего момента по ГОСТ 17199–88. Защитно-декоративное покрытие стальных поверхностей отверток выбирают в зависимости от условий эксплуатации.

Глава 7

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ МОНТАЖЕ

7.1. Метрологические характеристики средств измерений

Измерения при монтаже выполняют в процессе приемки, геодезического обоснования, при ревизии оборудования, его сборке и выверке. Трудоемкость измерений достигает 15...20 % от общей трудоемкости монтажа, и в дальнейшем по мере ужесточения требований к точности, повышению блочности и заводской готовности оборудования относительный объем измерений будет непрерывно возрастать.

Наибольшую долю составляют линейные и угловые контрольные измерения при сборке машин и агрегатов, измерения отклонений формы и расположения элементов оборудования при его установке в проектное положение, а также в ходе выверки и центрирования. Эти измерения дают информацию не только о качестве изготовления и сборки оборудования, но и о правильности осуществления монтажного производственного процесса на всех его стадиях.

Контроль расположения отдельных видов механизмов, машин, их узлов и поверхностей, а также отклонений от формы выполняют с помощью средств для линейных и угловых измерений, применяемых при сборке в машиностроении. Задачи установки оборудования в проектное положение решают средствами инженерной геодезии.

Для выверки оборудования используют специализированные, в основном нестандартизированные измерительные приборы, инструменты и контрольно-измерительные приспособления.

Средство измерений — техническое средство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные метро-

логические свойства. Средства измерений подразделяют на меры, измерительный инструмент и приборы. Например, на рис. 7.1 показано одно из средств измерения — рычажно-зубчатая головка 1ИГ на специальной стойке.

Принцип измерения — совокупность физических явлений, на которых основаны измерения, например измерение длины по изменению давления воздуха в сети прибора.

Измерительный инструмент — средства измерений, которые не имеют шкал, показывающих устройств и преобразователей. Они предназначены для контроля предельных размеров или отклонений формы и расположения поверхностей. К измерительным инструментам относятся поверочные линейки, плиты, призмы, а также шаблоны и шупы.

Мера — средство измерений, рассчитанное на воспроизведение физической величины заданного размера, например плоскопараллельная концевая мера длины.

Измерительный прибор служит для выработки численного показания или сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

Показывающий измерительный прибор позволяет только отсчитывать показания.

Калибр — средство контроля, предназначенное для проверки годности размера детали (например, предельный калибр) или ее конфигурации.

Шкала — часть отсчетного устройства, представляющая собой совокупность отметок и проставленных у некоторых из них чисел отсчета и других символов, соответствующих ряду последовательных значений величин.

Отметка шкалы — знак на шкале, говорящий о некотором значении измеряемой величины. Например, знак может быть в виде черты, точки, зубца и т.д.

Деление шкалы, или интервал деления — промежуток между двумя соседними отметками шкалы. У большинства измерительных средств интервал деления

составляет 1...2,5 мм. Чем он больше на шкале, тем удобнее проводить отсчет по шкале, хотя это ведет к увеличению габаритных размеров шкалы.

Указатель — та часть отсчетного устройства, положение которой относительно отметок шкалы определяет показание средства измерений. Указателем

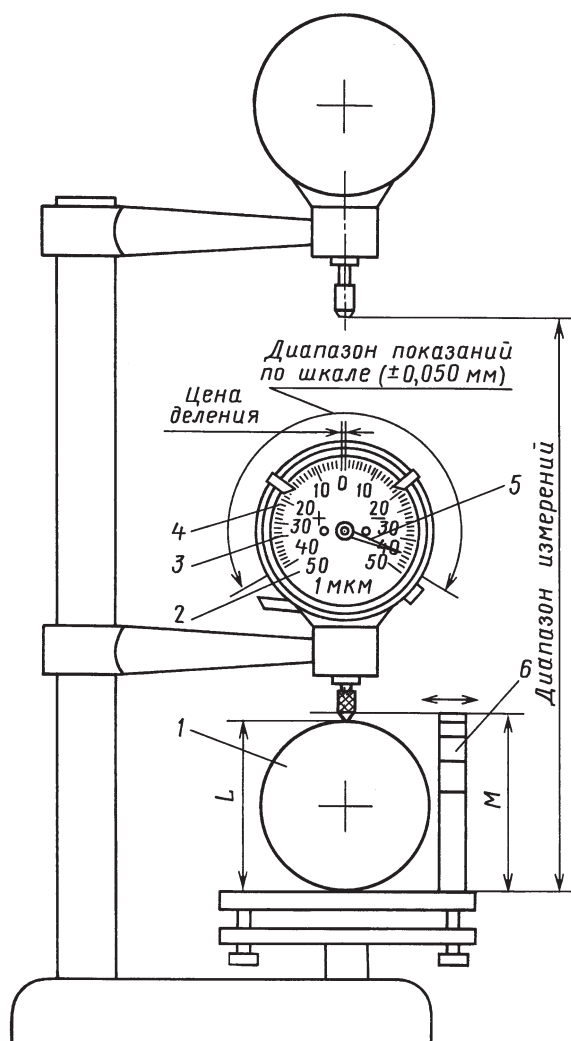


Рис. 7.1. Схема измерения с применением рычажно-зубчатой измерительной головки ИИГ:

1 — измеряемая деталь размером L ; 2 — измерительная головка; 3 — шкала; 4 — отметка шкалы; 5 — указатель (стрелка); 6 — набор мер для настройки на размер M

может являться стрелка, пузырек ампулы уровня, сетка оптического прибора и т.п.

Цена деления шкалы — разность значений, соответствующих двум отметкам шкалы. Например, у измерительной головки на рис. 7.1 цена деления равна 0,001 мм. Если стрелка прибора переместится от одного деления шкалы к другому, это значит, что измерительный наконечник переместился на 0,001 мм.

Цену деления не следует принимать за точность прибора. Последняя определяется погрешностью и может быть больше или меньше цены деления.

Отсчет — число, отсчитанное по отсчетному устройству средства измерения либо полученное счетом последовательных отметок или сигналов.

Показание средства измерений — значение величины, определяемое по отсчетному устройству и выраженное в принятых единицах этой величины.

Диапазон показаний — область значений шкалы, ограниченная конечным и начальным значениями; например, диапазон показаний на оптиметре $\pm 0,1$ мм, а на рычажно-зубчатой головке 1 ИГ, показанной на рис. 7.1, $\pm 0,05$ мм.

Диапазон измерений — область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средства измерений. Например, диапазон измерений размеров с применением измерительной головки определяется высотой стойки.

Предел измерений — наибольшее или наименьшее значение диапазона измерений.

Чувствительность — отношение изменения сигнала на выходе средства измерения к изменению измеряемой величины.

Номинальное значение меры — значение величины, указанное на мере или приписанное ей.

Действительное значение меры — значение величины, воспроизводимое ме-

рой и установленное метрологической аттестацией.

Погрешность меры — разность между номинальным значением меры и истинным значением воспроизводимой ею величины.

Погрешность измерительного прибора — разность между показаниями прибора и истинным значением измеряемой им величины.

Поправка — значение величины, одноименной с измеряемой, прибавляемое к полученному при измерении значению величины с целью исключения систематической погрешности. Например, результат измерения $A = 9,99$; поправка $+0,01$; искомым размер $X = 9,99 + 0,01 = 10,0$.

Предел допускаемой погрешности, или допускаемая погрешность средства измерений — наибольшая (без учета знака) погрешность средства измерений, при которой оно может быть признано годным и допущено к применению. Понятие применимо к основной и дополнительной погрешностям. Например, пределы допускаемой погрешности 100-миллиметровой концевой меры длины первого класса равны $\pm 0,5$ мкм.

Для каждого вида измерительных средств, выпускаемых отечественными предприятиями, устанавливается допускаемая погрешность. Значения погрешностей наиболее распространенных измерительных средств, применяемых при монтаже оборудования, будут приведены ниже.

Инструментальная погрешность — составляющая погрешности измерения, зависящая от погрешностей используемых средств измерений.

Погрешности измерений, выполняемых с применением различных средств, не следует путать с погрешностями собственно средств измерений.

Суммарная погрешность измерения — погрешность, включающая в себя инструментальную погрешность, погрешность метода измерений и дополнитель-

ные погрешности. Погрешность измерения всегда больше погрешностей применяемого средства.

Класс точности средства измерений — обобщенная характеристика средства измерений, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами.

Вариации показаний измерительного прибора — средняя разность между значениями показаний измерительного прибора, соответствующими данной точке диапазона измерения, при двух направлениях медленного многократного изменения информативного параметра входного сигнала в процессе подхода к данной точке диапазона измерения.

Размах показаний — мера рассеяния показаний средства измерений, выраженная как разность между наибольшим и наименьшим из ряда показаний, соответствующих одной и той же измеряемой величине.

Основная погрешность средства измерений — погрешность средства измерений, используемого в нормальных условиях.

7.2. Меры

Различают угловые меры и меры длины. К мерам длины относятся концевые, штриховые и штрихконцевые меры.

Плоскопараллельные концевые меры длины изготавливают в виде брусков пря-

моугольного сечения с двумя параллельными измерительными поверхностями, обладающими свойством притираться к измерительным поверхностям других концевых мер или плоских вспомогательных пластин (рис. 7.2). Ведущий отечественный производитель — ЗАО «Кировский завод «Красный инструментальщик» (КРИН).

Концевые меры при монтаже применяют: для хранения и воспроизведения единицы длины; проверки и градуировки штриховых мер и измерительных приборов; установки прибора на ноль при измерении по методу сравнения с мерой; установке регулируемых калибров на размер, а также для особо точных измерительных, разметочных работ и наладки.

Каждая мера воспроизводит только один размер. Под размером меры длины понимается длина перпендикуляра, опущенного из середины одной из измерительных поверхностей меры на противоположную измерительную поверхность. Этот размер меры носит название *рабочего размера*.

Длина меры в данной точке определяется длиной перпендикуляра, опущенного из данной точки на противоположную измерительную поверхность.

Притираемость концевых мер — их свойство прочно сцепляться между собой или с плоскими кварцевыми и стеклянными пластинами при надвижении одной

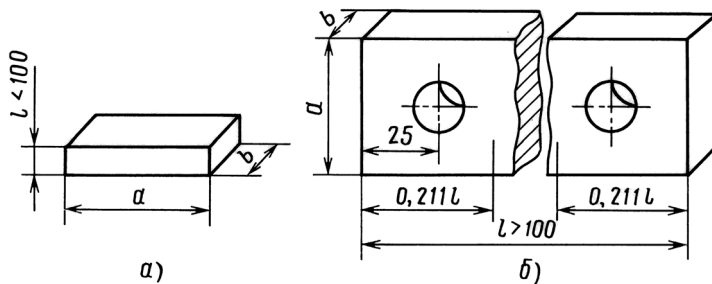


Рис. 7.2. Плоскопараллельные концевые меры длины:

a — длиной $l < 100$ мм; *б* — длиной $l > 100$ мм

меры на другую или меры на пластину. Притираемость мер определяется силой сдвига (для класса 0 сила сдвига 40 Н).

По точности изготовления плоско-параллельные концевые меры длины выпускают по классам. Классификация по классам точности проводится исходя из отклонений длины мер от номинального размера, отклонений от параллельности и качества притираемости рабочих поверхностей.

Размеры поперечного сечения $a \times b$ концевых мер по ГОСТ 9038–90 при номинальном значении длины $l = 0,1...0,20; 0,20...0,29; 0,29...0,6; 0,6...10,1; 10,1...1000$ мм соответственно составляют $15 \times 5, 30 \times 9, 20 \times 9, 30 \times 9, 35 \times 9$ мм. Допускаемые отклонения для концевых мер, выпускаемых по ГОСТ 9038–90, приведены в табл. 7.1.

На рабочих поверхностях концевых мер длиной более 100 мм на расстоя-

7.1. Допускаемые отклонения (мкм) длины концевых мер от номинальной при температуре 20 °С

Номинальные значения длины концевых мер, мм	Класс точности					
	00	01	0	1	2	3
До 0,29	—	—	—	0,20	0,40	0,80
Св. 0,29 до 0,9	—	—	0,12	0,20	0,40	0,80
» 0,9 » 10	0,06	0,20	0,12	0,20	0,40	0,80
» 10 » 25	0,07	0,30	0,14	0,30	0,60	1,20
» 25 » 50	0,10	0,40	0,20	0,40	0,80	1,60
» 50 » 75	0,12	0,50	0,25	0,50	1,00	2,00
» 75 » 100	0,14	0,60	0,30	0,60	1,20	2,50
» 100 » 150	0,20	0,80	0,40	0,80	1,60	3,00
» 150 » 200	0,25	1,00	0,50	1,00	2,00	4,00
250	0,30	1,20	0,60	1,20	2,40	5,00
300	0,35	1,40	0,70	1,40	2,80	6,00
400	0,45	1,80	0,90	3,80	3,60	7,00
500	0,50	2,00	1,00	2,00	4,00	8,00
600	0,60	2,50	1,30	2,50	5,00	10,0
700	0,70	3,00	1,50	3,00	6,00	11,0
800	0,80	3,20	1,60	3,20	6,50	13,0
900	0,90	3,60	1,80	3,60	7,00	14,0
1000	1,00	4,00	2,00	4,00	8,00	16,0

Примечания. 1. Концевые меры изготавливают следующих классов точности: 0; 1; 2; 3 — из стали; 0; 1; 2 и 3 — из твердого сплава.

2. Концевые меры из стали классов точности 00 и 01 и из твердого сплава класса точности 00 выпускают по согласованию между потребителем и изготовителем.

нии 0,211 мм от концевых нанесены штрихи.

Концевые меры в случае использования их в качестве образцовых кроме классов точности имеют пять разрядов (1, 2, 3, 4, 5). Разряд концевых мер определяется точностью их аттестации по МИ 1604, т.е. погрешностью действительного значения длины мер.

При учете в процессе измерения класса точности мер их размер принимается равным номинальному. При учете мер по разряду принимаются их действительные размеры, записанные в аттестате, что повышает точность измерения, но усложняет подсчеты.

Меры комплектуются в наборы. В зависимости от вида работ используется различное число мер, что и определяет выбор набора. Примеры наборов и комплекта наборов приведены в табл. 7.2.

С помощью концевых мер можно составлять блоки мер различной длины, для чего несколько мер притирают друг к другу. Допускается применять блоки из двух, трех, но не более четырех мер. Блок притертых мер не рассыпается, так как их поверхности сцепляются между собой. Силы сцепления двух мер достигают большой величины, и разъединить

их можно, только сдвигая одну меру по другой.

Для расширения области применения концевые меры часто используют со специальными принадлежностями: боковиками, державками, основанием, лекальной линейкой. Принадлежности предназначены для закрепления концевых мер, набранных в блоки, и поставляются в специальных футлярах наборами: измерительный малый (две державки для крепления концевых мер и блоков длиной 0...80 и 60...160 мм и три пары радиусных боковиков высотой 2,5 и 10 мм), измерительный полный (дополнительно включены: державка для блоков 160...320 мм, два радиусных боковика высотой 15 мм, два плоскопараллельных боковика и трехгранная линейка длиной 200 мм), разметочный (основание, центровой и чертильный боковики), специальный (для мер с отверстиями и состоящий из пяти стяжек и двух сухарей).

Наборы принадлежностей (рис. 7.3) к плоскопараллельным концевым мерам выпускают по ГОСТ 4119–76 со следующими принадлежностями: державками № 1 и 2, основанием со вкладышем, стяжками, отвертками с нор-

7.2. Специальные наборы плоскопараллельных мер длины

Номинальные значения длины концевых мер, мм	Классы точности наборов		Разряды наборов
	из стали	из твердого сплава	
Набор № 20 (23 меры) 0,12; 0,14; 0,17; 0,2; 0,23; 0,26; 0,29; 0,34; 0,4; 0,43; 0,46; 0,57; 0,7; 0,9; 1,0; 1,16; 1,3; 1,44; 1,6; 1,7; 1,9; 2; 3,5	1 и 2	—	1; 2; 3; 4
Набор № 21 (20 мер) 5,12; 10,24; 15,36; 21,5; 25; 30,12; 35,24; 40,36; 46,5; 50; 55,12; 60,24; 65,36; 71,5; 75; 80,12; 85,24; 90,36; 96,5; 100		1 и 2	
Номер набора 3; 10; 11; 16; 17; 20; 21			
Разряд. 1; 2; 3; 4			

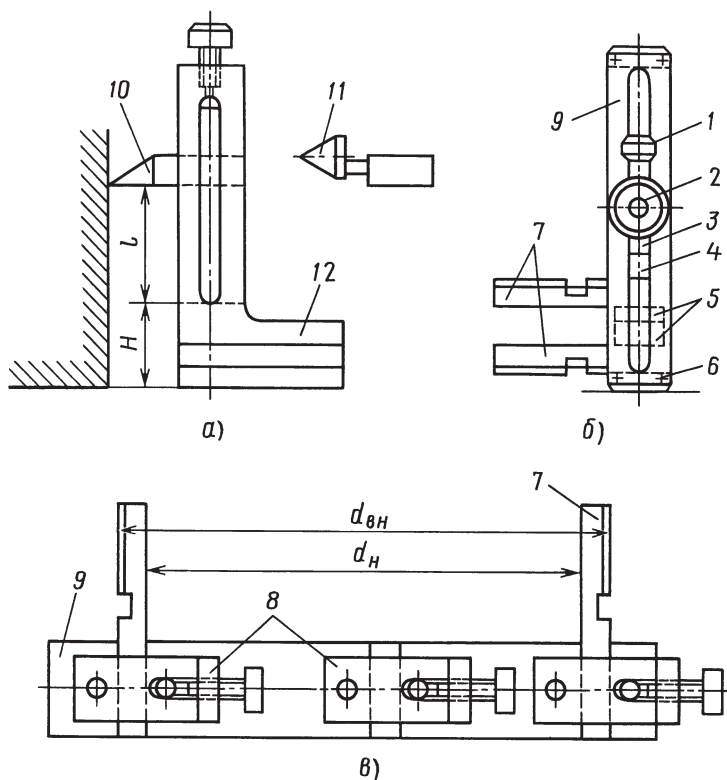


Рис. 7.3. Принадлежности к плоскопараллельным концевым мерам:

a — комплект для разметочных работ; *б* — державка для мер длиной $l < 100$ мм; *в* — державка для мер длиной $l > 100$ мм

мированной силой, зажимными сухарями, боковиками и трехгранной линейкой.

Притертый блок 5 концевых мер с боковиками 7 вставляется в державку 9. Между блоком 5 и планкой 3 устанавливают стабилизатор 4. Зажимный узел гайкой 2 подводят к боковикам 7 и фиксируют его, затем зажимают винтом 1. При этом в нижний боковик 7 должен упираться вкладыш 6 державки 9, а сила зажима должна составлять не менее 350 Н.

В комплект принадлежностей для разметочных работ входит основание 12, на котором крепятся державка 9 и чертильные боковики 10 и 11. Для крепления блоков, включающих в себя концевые меры размером более 100 мм, при проверке и

разметке размеров 320...1500 мм применяют наборы принадлежностей со специальной державкой 9 мод. 168, в которые входят специальные стяжки и зажимные сухари 8.

Для создания образцов просвета с применением блоков используют стеклянные пластины (табл. 7.3).

Угловые призматические меры (рис. 7.4) изготавливают по ГОСТ 2875–88 для поверки и настройки угломерных приборов, а также для непосредственного контроля углов точно изготовленных изделий. Угловые меры так же, как и плоскопараллельные концевые, можно собирать в блоки, поэтому их поставляют наборами (число мер в наборе): 1 (93); 2 (33); 3 (8); 4 (8); 5 (24).

7.3. Технические характеристики плоских опорных стеклянных пластин

Тип	Габаритные размеры, мм		Допускаемые отклонения от плоскостности, мкм, не более				Шероховатость поверхностей, мкм		Масса, кг
	Высота	Диаметр	всей рабочей поверхности		местных рабочих поверхностей		Rz торцовых	Ra боковых	
			для пластин класса точности						
			1	2	1	2			
ПИ60	20±2	60±2	0,03	0,09	0,15	0,03	0,05	2,5	0,143
ПИ80	25±2	80±2							0,253
ПИ100	25±2	100±2	0,06	0,12					0,395
ПИ120	30±2	120±2							0,569

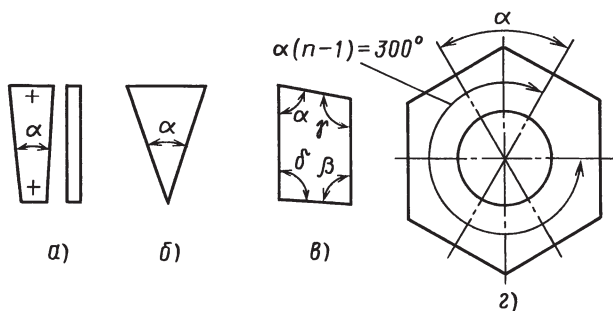


Рис. 7.4. Угловые призматические меры:

a — тип 1, с одним рабочим углом α со срезанной вершиной; b — тип 2, с одним рабочим углом α остроугольные; v — тип 3, с четырьмя рабочими углами α , β , γ , δ ; z — тип 4, многогранные с равномерным угловым шагом

Штриховые меры. К измерительным средствам этого типа относят брусковые одно- и многозначные штриховые меры, а также получившие более широкое распространение при монтаже измерительные линейки, рулетки, мерные ленты, металлические и деревянные складные метры.

Основными производителями указанных средств измерений являются отечественные предприятия ООО «Инструментальная компания «Энкор»

(г. Воронеж), ЗАО «Эталон» (г. Москва), ОАО «Ставропольский инструментальный завод» (СТИЗ) и др.

Штриховые брусковые меры длины по ГОСТ 12069–90 изготавливают четырех типов двух исполнений (одно- и многозначные, рис. 7.5). Однозначные имеют два штриха, нанесенных по концам меры; многозначные — ряд штрихов, нанесенных через определенные интервалы (дециметровые, сантиметровые и

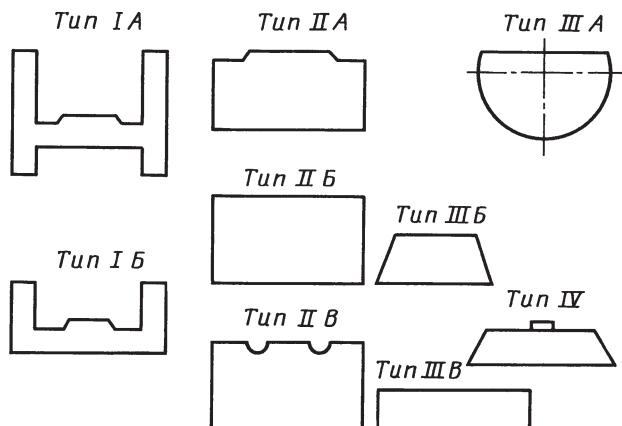


Рис. 7.5. Брусовые штриховые меры длины

миллиметровые) по всей длине меры или на отдельных ее участках.

Штриховые меры предназначены для непосредственного измерения линейных размеров, а также для использования в качестве шкал приборов образцовых мер. Штриховые меры длины изготавливают различной длины (60...2000 м) из инвара, стали и оптического стекла. Точность брусовых мер характеризуется допускаемыми отклонениями их номинальной длины (расстояний между центрами штрихов) и регламентирована для шести классов точности, приведенных ниже, в зависимости от длины L .

высокой точностью. В процессе монтажа их применяют для измерения заготовок металлопроката и труб, размеров фундаментов и несущих строительных конструкций при их приемке, для контроля расположения осей фундаментов, фундаментных болтов, элементов оборудования при его установке в проектное положение.

Металлические рулетки второго и третьего классов точности изготавливают по ГОСТ 7502–98 со шкалами номинальной длины 1; 2; 3; 5; 10; 20; 30; 50; 100 м, шириной ленты 7...25 и толщиной 0,12...0,3 мм. Срок службы рулеток,

Класс точности штриховых мер

Допускаемые отклонения длины мер, мкм, не более

0

1

2

3

4

5

$0,5+0,5L$

$1+1L$

$2+2L$

$5+5L$

$10+15L$

$20+30L$

При предварительных грубых измерениях на монтаже широкое распространение получили *складные металлические и деревянные метры* (табл. 7.4), а при выполнении слесарных работ и разметке — *измерительные металлические линейки* (табл. 7.5).

Рулетки — предназначены для контроля заготовок больших размеров с не-

изготовленных из коррозионно-стойкой стали, установлен не менее двух лет, а для рулеток из углеродистой стали — один год.

Варианты исполнения рулеток и их условные обозначения приведены в табл. 7.6, а допускаемые отклонения действительной длины рулеток с плоскими лентами — в табл. 7.7.

7.4. Технические характеристики складных метров

Параметр	Складные метры	
	металлические	деревянные
Шкала:		
длина, мм	1000	
допускаемые отклонения, мм:		
дециметровая	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
сантиметровая	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$
миллиметровая	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
от любого штриха до конца метра	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$
Габаритные размеры пластин, мм		
ширина	10...12	16
толщина	0,4...0,6	2,5
длина	150...250	$208 \pm 1,0$
Масса, кг, не более	0,6	0,5

Для повышения точности измерений рулетки компарируют, т.е. с более высокой точностью, чем нанесены штрихи, определяют длину отдельных интервалов, а с помощью специальных динамометров контролируют натяжение ленты.

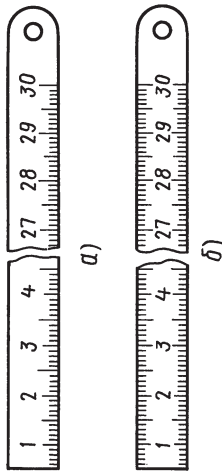
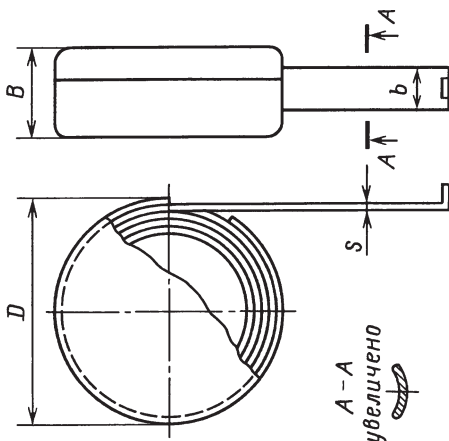
К штрихконцевым мерам длины относят мерные проволоки, которые используют для измерений больших расстояний во время приемки строительной части промышленных объектов перед началом монтажа и геодезической основы, проверки точности разметки монтажных осей и конструкций. *Инварные и стальные мерные проволоки* имеют длину 24 м и более и шкалы длиной 80...100 мм по концам. Проволоку натягивают посредством грузов и блочных станков. Подвеску грузов осуществляют с одной или двух сторон. Средняя квадратическая погрешность измерений с исполь-

зованием мерных проволок на длине 24 м составляет 40 мкм. Для повышения точности отсчета применяют телескопические лупы ЛПШ-474, монокулярные лупы ЛМ, а также бинокулярный микроскоп типа БМ2.

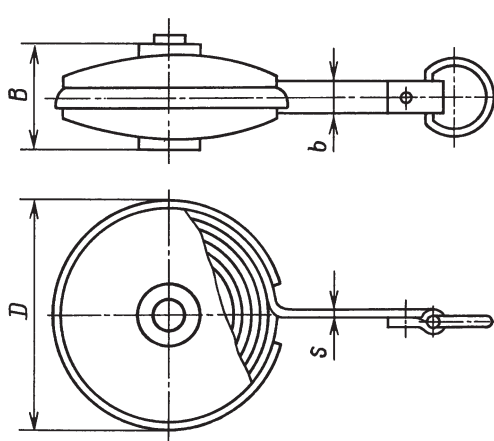
Для измерений с помощью мерных проволок промышленность выпускает *базисный прибор БП-2М*, в комплект которого входят четыре проволоки длиной по 24 м с гладкой полированной поверхностью и инварная рулетка. К концам проволок прикреплены инварные шкалы с миллиметровыми делениями. Прибор укомплектован блоками, грузами, блочными станками и двумя лотоаппаратами, служащими для вынесения точек начала и конца базиса в плоскость измерения.

С применением мерных проволок для измерений длин и расстояний созданы специальные приборы.

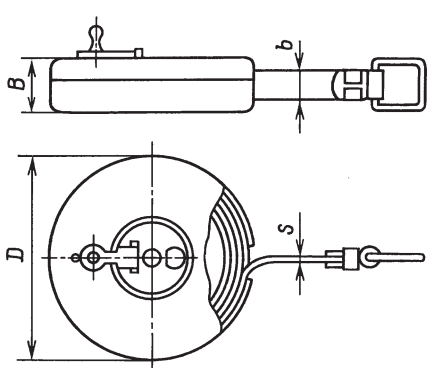
7.5. Технические характеристики линейек и рулеток

Эскиз		Параметр и значение				
Измерительные металлические линейки						
	Шкала:					
	длина, мм	150	300	500	1000	
	допускаемые отклонения, мм	0,1				
	цена деления, мм	1				
	число	Одна или две				
Масса линейки, кг		0,015	0,03	0,05	0,3	
Рулетка в закрытом корпусе с выпуклой измерительной лентой (желобчатые)						
	Шкала:					
	длина, м	1	2			
	цена деления, мм:					
	на первом дециметре	1				
	на остальной части шкалы	1				
	Размеры рулетки, мм:					
	диаметр <i>D</i>	45	60			
	толщина <i>B</i>	20				
	Размеры ленты, мм:					
	ширина <i>b</i>	(14...16) ± 0,3				
толщина <i>s</i>	(0,14...0,20) ± 10 %					
Класс точности		3				

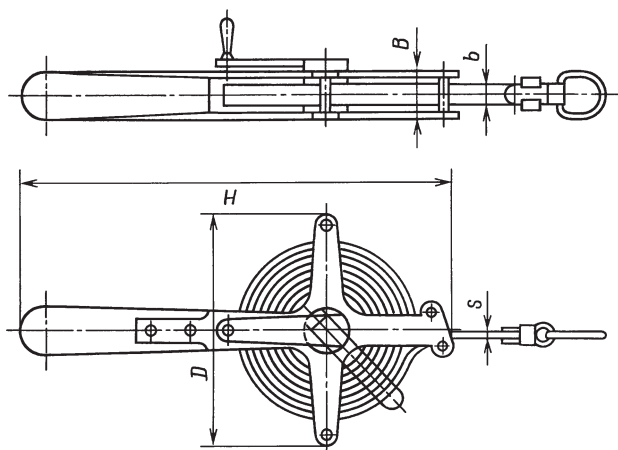
Продолжение табл. 7.5

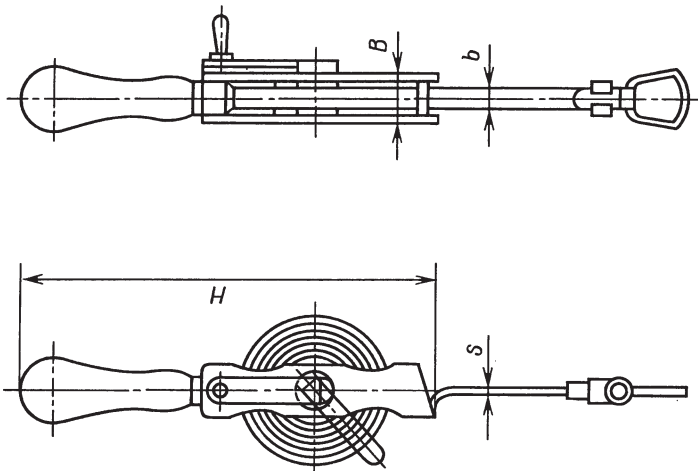
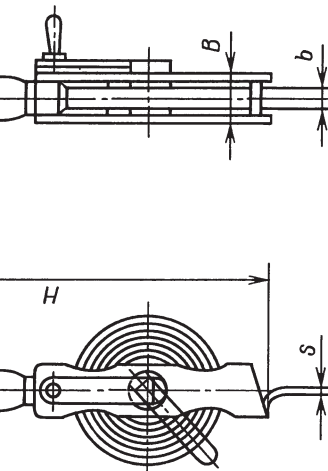
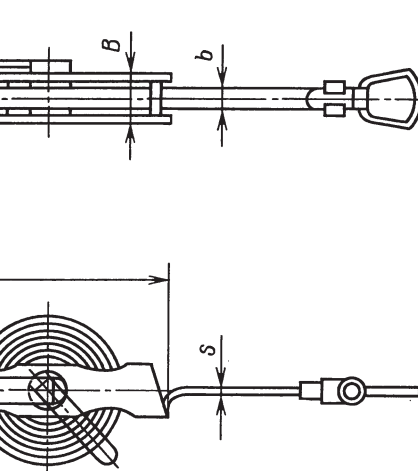
Эскиз	Параметр и значение		
Самосвертывающаяся рулетка в закрытом корпусе			
	Шкала:		
	длина, м	1	2
	цена деления, мм: на первом дециметре	1	
	на остальные части	1	
	Размеры рулетки, мм:		
	диаметр D	45	60
	ширина B	16	20
	Размеры ленты, мм	(7...10) $\pm$ 3	
	ширина b		
	толщина s	(0,14...0,20) $\pm$ 10 %	
Класс точности	3		

Рулетка в закрытом корпусе с плоской измерительной лентой

		Шкала:						
длина, м	2	5	10	20	30	50		
цена деления, мм:	1							
на первом дециметре	1 или 10							
на остальной части								
Размеры рулетки, мм:								
диаметр D	60	65	75	100	120	140		
толщина B	18	18	20	20	20	20		
Размеры ленты, мм:								
ширина, b	(10...12) $\pm$ 0,3							
толщина s	(0,16...0,22) $\pm$ 10 %							
Класс точности	2 или 3							

Продолжение табл. 7.5

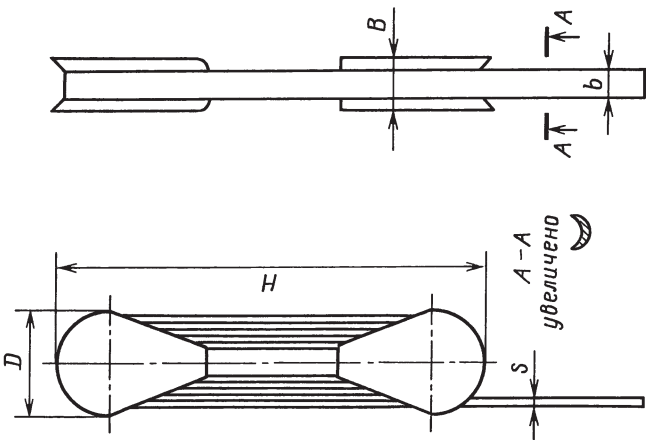
Эскиз		Параметр и значение			
Рулетка в открытом корпусе на крестовине					
		Шкала:			
		длина, м	50	75	100
		цена деления, мм: на первом дециметре	1		
		на остальной части	1 или 10		
		Размеры рулетки, мм:			
диаметр D	175	210	240		
ширина B	25				
высота H	300	330	350		
Размеры ленты, мм:					
ширина b	(10...12) ± 0,3				
толщина s	(0,20...0,26) ± 10 %				
Класс точности	2 или 3				

Эскиз		Параметр и значение			
Рулетка в открытом корпусе на вилке					
		Шкала:			
		длина, м	20	30	50
		цена деления, мм:			
		на первом дециметре	1		
		на остальной части	1 или 10		
		Размеры рулетки, мм:			
		ширина <i>B</i>	25		
		высота <i>H</i>	260	280	300
		Размеры ленты, мм:			
		ширина <i>b</i>	(10...12) ± 0,3		
		толщина <i>s</i>	(0,20...0,26) ± 10 %		
Класс точности		2 или 3			

Продолжение табл. 7.5

Эскиз	Параметр и значение
Рулетка в открытом корпусе с грузом	
	Шкала:
	длина, м 10 20 30 50
	цена деления, мм: на первом дециметре 1
	на остальной части 1
	Размеры рулетки, мм:
	высота <i>H</i> 225 260 280 300
	ширина <i>B</i> 25
	Размеры ленты, мм:
	ширина <i>b</i> (10...12) ± 0,3
	толщина <i>s</i> (0,20...0,26) ± 10 %
	Класс точности 3
	Масса груза, кг 2,0 ± 0,2

Окончание табл. 7.5

Эскиз		Параметр и значение			
Горная желобчатая рулетка					
		Шкала:			
		длина, м			
		цена деления, мм			
		Размеры рулетки, мм:			
		диаметр D			
		ширина B			
		высота H			
		Размеры ленты, мм:			
		ширина b			
		толщина s			
Класс точности		3			

7.6. Варианты исполнения металлических рулеток и их условное обозначение

Параметр	Вариант исполнения	Обозначение варианта исполнения	Порядок располо- жения индекса в условном обо- значении рулетки
Тип рулетки	В открытом корпусе	О	1
	В закрытом корпусе	З	
Профиль поперечного сечения ленты	Плоский	П	2
	Выпуклый (желобча- тый)	В	
Тип вытяжного конца ленты	С кольцом	К	3
	С держателем	Д	
	С грузом	Г	
	С прямоугольным торцом	С	
Класс точности нане- сения шкалы	2		4
	3		
Длина ленты, м	1		5
	2		
	3		
	5		
	10		
	20		
	30		
	50		
	75		
	100		
Положение начала шкалы относительно измерительной ленты	Удалено от торца	А	6
	Совпадает с торцом	Б	
Материал ленты	Коррозионно- стойкая сталь	Н	7
	Углеродистая сталь с защитным покрытием	У	

Окончание табл. 7.6

Параметр	Вариант исполнения	Обозначение варианта исполнения	Порядок расположения индекса в условном обозначении рулетки
Штрихи шкал	Травление	Т	8
	Печатные	П	
Интервал шкал	Миллиметровые	1	9
	Сантиметровые	10	

7.7. Допускаемые отклонения ($\pm$, мм) действительной длины рулеток с плоскими лентами

Шкала	Класс точности	
	2	3
Шкала:		
миллиметровая	0,15	0,20
сантиметровая	0,20	0,30
дециметровая и метровая	0,30	0,40
Отрезок длиной более 1 м	$0,30 + 0,15 (n - 1)$	$0,40 + 0,20 (n - 1)$
При длине рулетки, м:		
1	0,30	0,4
2	0,45	0,6
3	0,60	0,8
5	0,90	2,0
10	1,65	2,2
20	3,15	4,2
30	4,65	6,2
50	7,65	10,2
75	11,4	15,2
100	15,15	20,2

П р и м е ч а н и я. 1. n — число полных и неполных метров в отрезке.

2. Допускаемые отклонения даны для рулеток, натянутых на горизонтальном столе при температуре $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ и натяжении лент: 9,8 Н — для рулеток длиной 1, 2, 3 и 5 м; 49 Н — для рулеток длиной 10 и 20 м; 98 Н — для рулеток длиной 30 м и более.

Длиномер АД1М имеет следующую техническую характеристику:

Оптимальные пределы измерений расстояний, м.	50...500
Предельная относительная погрешность измерения при натяжении проволоки:	
гирей	1 : 10 000
динамометром.	1 : 5 000
Диаметр проволоки, мм	0,8
Вместимость бобины, м	500
Масса комплекта, кг.	28

Дистанционный проволочный дальномер ДПД-2 применяют для измерения крупногабаритных деталей и расстояний до 30 м. Измерения проводят путем сравнения расстояния между контрольными штрихами (рисками) на измеряемых деталях с длиной штриховой меры (инварной проволоки или ленты). При этом две зрительные трубы, например нивелира, последовательно наводят на штрихи шкалы и контрольные риски. Проволоку или ленту натягивают грузами.

7.3. Измерительный инструмент

Измерительным инструментом при монтаже служат поверочные линейки, плиты и призмы, а также шаблоны, супы, а иногда и специальные калибры.

Традиционные поставщики измерительного инструмента — отечественные производители СтИЗ (г. Ставрополь), ОАО «Калибр» (г. Москва), ЗАО «Челябинский инструментальный завод», ЗАО «Эталон» (г. Москва) и ряд других предприятий.

Поверочный инструмент. При измерениях отклонений формы и расположения поверхностей в качестве базы отсчета, а также при разметке используют линейки, плиты, угольники и призмы.

Поверочные и разметочные плиты (табл. 7.8) применяют для проверки отклонений от плоскостности по методу

«пятен на краску» и «линейных отклонений» для использования в качестве эталонной отсчетной поверхности, а также как вспомогательного приспособления при поверочных и контрольных работах. Плиты изготавливают из серого чугуна, а для увеличения жесткости их основания выполняют ребристыми. У плит размером 630 × 630 мм и менее на основании предусматривают три опорные точки, а у других плит — не менее пяти. Плиты размером свыше 1000 × 630 мм имеют регулируемые винтовые опоры. Плиты классов точности 00, 0, 1 и 2 применяют для проверки отклонений от плоскостности, а класса 3 — при разметочных работах. Пример условного обозначения плиты первого класса точности размером 1600×1000 исполнения 2:

Плита 2—1—1600 × 1000 ГОСТ 10905—86.

Поверочные и разметочные плиты из твердокаменных пород (гранита, диабазы и др.) отличаются большим сроком службы, антикоррозионностью и повышенной твердостью, не подвержены короблению и не нуждаются в размагничивании.

Трехкоординатные каменные плиты имеют на рабочих поверхностях несколько рядов отверстий различного диаметра, перпендикулярных к граням плиты. В отверстия можно устанавливать разные оправки и приспособления, позволяющие измерять различные параметры.

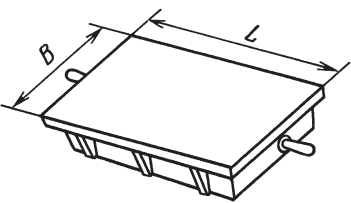
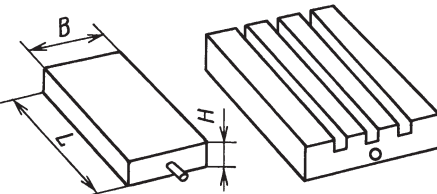
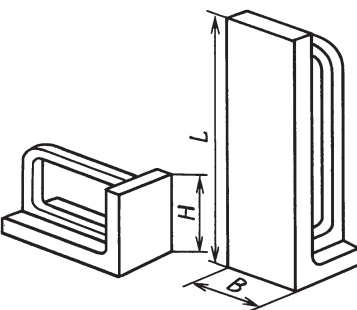
Плиты из твердокаменных пород могут иметь три исполнения:

— без бортовых захватов с ненормированными отклонениями от перпендикулярности боковых и рабочих поверхностей и от перпендикулярности боковых поверхностей;

— с двумя бортовыми захватами и нормированными отклонениями от перпендикулярности двух боковых поверхностей к рабочей;

— с четырьмя бортовыми захватами и нормированными отклонениями от

7.8. Типоразмеры поверочных и разметочных плит

Плиты	Размеры, мм	Класс точности
Поверочный и разметочные (чугунные) по ГОСТ 10905–86 	$L \times B$	00; 0; 1 (исполнение 1); 1; 2; 3 (исполнение 2); 000; 00; 0 (исполнения 3; 4; 5)
	250 × 250; 400 × 400; 630 × 400; 1000 × 630; 1600 × 1000;	
	2000 × 1000;	
	2500 × 1600	
		0; 1 (исполнение 1); остальное — то же самое
Поверочные и разметочные из твердокаменных пород 	$L \times B \times H$	00; 0; 1
	250 × 250 × 90; 400 × 250 × 110; 400 × 400 × 110; 630 × 400 × 110; 630 × 630 × 110; 1000 × 630 × 170; 1600 × 1000 × 250; 2000 × 1000 × 250	
Поверочные угловые типа ПУ 	$L \times B \times H$	0; 1; 2
	250 × 160 × 100	
	360 × 200 × 125; 500 × 250 × 160	1; 2

перпендикулярности четырех боковых поверхностей к рабочей поверхности и от взаимной перпендикулярности боковых поверхностей по одному из углов плиты.

Поверочные угловые плиты применяют для проверки по методу «пятен на краску» перпендикулярных плоскостей. Эти плиты используют в качестве вспомо-

могательного приспособления для контрольных, разметочных и слесарных работ. Плиты изготовляют из чугуна с шаброванной и нешаброванной рабочими поверхностями.

Допускаемые отклонения от плоскостности разметочных и поверочных плит приведены в табл. 7.9, а угловых поверочных плит — в табл. 7.10.

7.9. Допускаемые отклонения от плоскостности (мкм) разметочных и поверочных плит по ГОСТ 10905–86

Размеры плит, мм	Класс точности					
	000	00	0	1	2	3
250 × 250	1,2	2	4	8	16	30
400 × 400	1,6	3	6	12	25	50
630 × 400	2	4	8	16	30	60
1000 × 630	2,5	5	10	20	40	80
1600 × 1000	3	6	12	25	50	100
2000 × 1000	4	8	16	30	60	120
2500 × 1600	4	8	16	30	60	120

П р и м е ч а н и я. Плита размерами 2500 × 1600 мм и плиты класса точности 3, а также классов точности 000; 00 размерами свыше 400 × 400 мм изготовляют по заказу потребителя.

7.10. Допускаемые отклонения угловых поверочных плит

Типоразмер	Класс точности	Отклонения, мкм		
		от перпендикулярности рабочих поверхностей	от плоскости рабочих поверхностей	от перпендикулярности боковых и рабочих поверхностей на длине 100 мм
П-1	0	10	3	100
	1	20	7	100
	2	40	14	250
П-2	0	12	4	100
	1	25	8	160
	2	50	16	320
П-3	0	16	5	250
	1	32	10	250
	2	60	20	400

Поверочные линейки (табл. 7.11) применяют при контроле отклонений формы и расположения обработанных поверхностей монтируемого оборудования и его узлов по методам контроля «на просвет» и пятен на краску, а также по методу линейных отклонений. В этих методах поверхность линейки материализует прилегающую плоскость или линию. Для контроля на просвет служат лекальные линейки типа ЛД, ЛТ и ЛЧ, а для контроля методом линейных отклонений и пятен на краску — поверочные линейки типа ШП, ШПХ, ШП-ТХ, ШД, ШМ, ШМ-ТС, УТ, УТ-ТК.

При контроле на просвет используют метод сравнения с образцом просвета между поверхностью лекальной линейки и плоскопараллельными концевыми мерами различного размера, притертыми к стеклянному пластинам. Погрешность измерения составляет примерно 2...3 мкм.

При контроле по методу линейных отклонений поверочную линейку с широкой рабочей поверхностью типа ШП, ШД или ШМ укладывают на две одинаковые опоры. Расстояние от линейки до проверяемой поверхности определяют с помощью плоскопараллельных мер, щупом или измерительной головкой, закрепленной в специальном штативе.

При измерении отклонений поверхностей от заданного расположения часто применяют поверочные линейки в сочетании с брусковыми уровнями. Поверочную линейку устанавливают на выверяемые узлы оборудования и по показанию уровня судят об их расположении. Для установки уровней наиболее удобно использовать поверочные лекальные линейки Л и линейки с широкой рабочей поверхностью ШД, ШП-ТК, ШМ и ШМ-ТК при ширине грани не менее 20 мм.

При измерениях учитывают погрешности изготовления линеек (табл. 7.12 и 7.13), а при установке линеек на опоры — величину прогиба (табл. 7.14).

Угольники применяют для контроля отклонений от перпендикулярности расположения поверхностей деталей при выполнении сборочных и слесарных работ, а также при разметке (табл. 7.15). Для контроля на просвет используют поверочные лекальные угольники, их же можно применять и при контроле на слой краски. Слесарные плоские и поверочные слесарные угольники с широким основанием служат и для разметки.

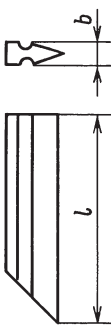
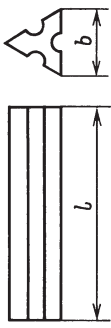
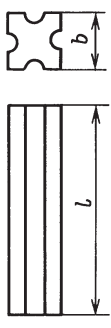
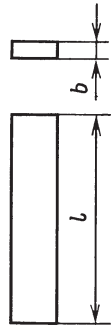
Поверочные и разметочные призмы предназначены для разметки и установки деталей цилиндрической формы при контрольных операциях (табл. 7.16.)

Щупы применяют при выверке технологического оборудования, сборке и регулировке его узлов для проверки зазоров между различными поверхностями. Щупы выпускают первого и второго классов точности с толщиной пластин 0,02...0,1 и 0,15...1,0 мм соответственно с градацией через 0,01 и 0,05 мм. Пластины щупов изготавливают из стальной ленты. Допустимая желобчатость 4...7 мкм щупов первого класса точности, 6...12 мкм щупов второго класса точности.

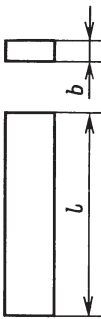
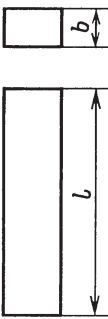
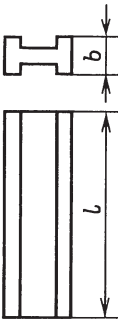
Верхнее допускаемое отклонение толщины новых щупов первого класса точности 3...10 мкм, а щупов второго класса точности 5...15 мкм; нижнее допускаемое отклонение щупов первого класса точности –3...–10 мкм, а щупов второго класса точности –5...–16 мкм. Щупы длиной 100 мм поставляют наборами и отдельными пластинами, длиной 200 мм — отдельными пластинами (табл. 7.17).

Шаблоны применяют в процессе приемки, сборки, ревизии и ремонта оборудования. *Радиусные шаблоны* используют для контроля формы выпуклых и вогнутых поверхностей с радиусами 1...25 мм. Выпуклые поверхности контролируют вогнутыми шаблонами, и наоборот. Контроль проводят путем сопряжения шаблона с проверяемой поверхностью (по величине и равномерности просвета судят о качестве обработки). Изготавливают

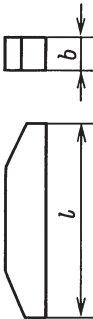
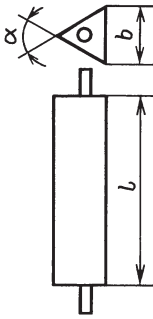
7.11. Поверочные линейки

Тип линейки	Обозначение	Эскиз	Размеры, мм		Класс точности	Преимуществом тод проверки изделий	Пример условного обозначения			
			<i>l</i>	<i>b</i>						
Лекальные										
С двусторонним скосом	ЛД		50	6	0; 1	Метод световой щели (на просвет)	Линейки нулевого класса точности длиной 200 мм: <i>Линейка ЛД-0-200</i> <i>ГОСТ 8026–92</i>			
			80							
			125							
			200	8						
			320							
Трехгранные	ЛТ		500	10						
			200	26						
			320							
Четырехгранные	ЛЧ		500	40						
			200	20						
			320	25						
Прямоугольного сечения	ШП		500	35						
			400	6	0; 01; 1; 2	Метод линейных отклонений. Метод пятен на краску	Линейки первого класса точности длиной 630 мм: <i>Линейка ШП-1-630</i> <i>ГОСТ 8026–92</i>			
			630	10						

Продолжение табл. 7.11

Тип линейки	Обозначение	Эскиз	Размеры, мм		Класс точности	Преимуществом тод проверки изделий	Пример условного обозначения			
			<i>l</i>	<i>b</i>						
Прямоугольного сечения хромированные	ШПХ		400	6	0; 01; 1; 2	Применение для материализации прилегающей прямой или плоскости при контроле расположения	Линейки первого класса точности длиной 400 мм: <i>Линейка ШПХ-1-400 ГОСТ 8026–92</i>			
			630	10						
Прямоугольного сечения из твердых каменных пород	ШП-ТК		400	40	00; 0; 01		Линейки нулевого класса точности длиной 400 мм: <i>Линейка ШП-ТК-0-400 ГОСТ 8026–92</i>			
			630	14	0; 01; 1 и 2		Линейки второго класса точности длиной 3000 мм: <i>Линейка ШД-2-3000 ГОСТ 8026–92</i>			
Двутаврового сечения	ШД		1000	16						
			1600	18	01; 1; 2					
			2000	18						
			2500	20						
			3000	20	1; 2					
			4000	30						

Окончание табл. 7.11

Тип линейки	Обозначение	Эскиз	Размеры, мм		Класс точности	Преимущественный метод проверки изделий	Пример условного обозначения
			<i>l</i>	<i>b</i>			
С широкой рабочей поверхностью							
Мостики	ШМ		400	50	01; 1; 2	Метод линейных отклонений. Метод пятен на краску. Применение для материализации прилегающей прямой или плоскости при контроле расположения	Линейки второго класса точности длиной 2500 мм: <i>Линейка ШМ-2-2500 ГОСТ 8026—92</i>
			630				
			1000	60			
			1600	80			
			2000	90			
			2500	100			
Мостики из твердых каменных пород	ШМ-ТК		630	50	00; 0; 01		Линейки нулевого класса точности длиной 2000 мм: <i>Линейка ШМ-ТК-0-2000 ГОСТ 8026—92</i>
			1000				
			1600	60			
			2000	80			
			2500	120			
			3000	160			
Угловые							
Треугольные	УТ		400	$\alpha = 45^\circ$	0; 1	Метод пятен на краску	Линейки первого класса точности длиной 630 мм, 60° шабронные: <i>Линейка УТ-1-630-60-III ГОСТ 8026—92</i>
			630	55°			
			1000	60°			

7.12. Допускаемые отклонения поверочных линеек по ГОСТ 8026–92

Длина линейки <i>L</i> , мм	Допуск											
	плоскостности						параллельности				перпенди- кулярности	
	для классов точности											
	00	0	01	1	2	00	0	01	1	2	0,01	1 и 2
	мкм											
400	1,6	2,5	4	6	10	2,5	4	6	10	16	25	40
630	2	3	5	8	12	—	5	8	12	20		
1000	2,5	4	6	10	16		6	10	16	25		
1600	4	6	10	16	25		10	16	25	40	30	
2000	5	8	12	20	30		—	20	30	50		
2500	6	10	16	25	40			25	40	60		
3000	8	12	20	30	50			30	50	80		
4000	—			40	60		—	—	60	100	—	

7.13. Отклонения от прямолинейности (мкм) рабочих поверхностей поверочных линеек

Длина линеек, мм	Класс точности	
	0	1
50	0,6	1,0
80		1,2
125		1,6
200	1,2	2,0
320	1,6	2,5
500	2,0	3,0

7.14. Максимальный прогиб (мкм) поверочных линеек

Длина линеек, мм	Тип линеек при опорах			
	на концах линеек		на расстоянии 0,21 длины линеек	
	ШП	ШД	ШП	ШД
630	2,5	2,3	0,05	0,02
1000	16	13	0,31	0,27
1600	—	45	—	1
2000		96		2
2500		138		4
3000		274		5,7
4000		750		14

три набора радиусных шаблонов, в каждом из которых скомплектованы пластины для контроля как наружного, так и внутреннего размеров. Средний срок службы радиусных шаблонов два года.

Резьбовые шаблоны предназначены для определения профиля номинального шага метрической резьбы и числа ниток на один дюйм для дюймовых резьб при контроле с невысокой точностью. Резьбовые шаблоны комплектуют в наборы для метрической и дюймовой резьб (см. табл. 7.17). Дюймовый набор № 2 обозначают $D55^\circ$, а метрический № 1 — $M60^\circ$.

Проволочки и ролики для измерения среднего диаметра резьбы выпускают по ГОСТ 2475—88 типов:

I — гладкие проволочки (0,045...0,346 мм);

II — ступенчатые проволочки (0,115...4,980 мм);

III — ролики (5,176...35,00 мм).

Для контроля больших резьб и шлицевых соединений с эвольвентным профилем применяют ролики типа III размером 5,176...26,231 мм.

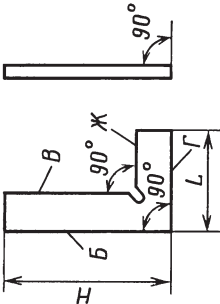
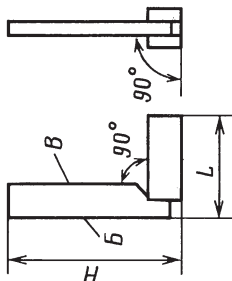
Отвесы используют для задания вертикальной базы отсчета, центрирования оптико-механических приборов над точкой, а также для вертикального проекти-

рования точек и переноса осей. Отвес состоит из тонкой нити с грузом. Конструкция груза может быть самой разнообразной; известны геодезические и маркшейдерские отвесы с грузом, имеющим подсветку острия: отвесы с полым грузом, содержащим встроенную катушку для намотки нити и т.п. Амплитуда колебаний и искривление нити отвеса под действием потоков воздуха зависят от диаметра нити и массы груза, поэтому при монтаже оборудования применяют отвесы из тонкой проволоки.

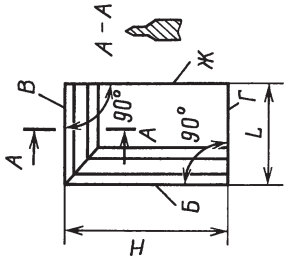
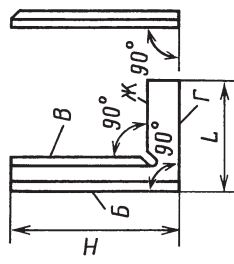
Стальные строительные отвесы (табл. 7.18) с трехрядными капроновыми шнурами стандартизованы (ГОСТ 7948—80) (рис. 7.6).

Струны при монтаже оборудования применяют для проверки точности разбивки осей, контроля отклонений формы поверхностей оборудования, расположения его узлов и деталей. В качестве струн служит стальная проволока, реже — нити из капрона или нейлона. Наиболее целесообразно использовать в роли струн стальную проволоку диаметром 0,2...0,4 мм. Проволока должна иметь большое временное сопротивление на разрыв и постоянный диаметр. Эффективно применять проволоку марки ОВС по ГОСТ 2771—81.

7.15. Угольники

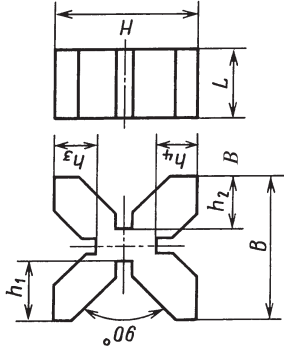
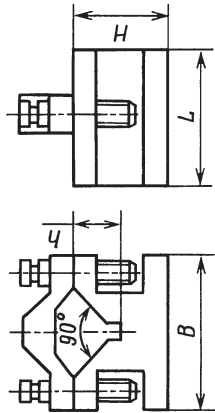
Угольники		Параметр															
Слесарные плоские типа УП 	Размер $H \times L$, мм	60×40		100×60		160×100		250×160		400×250							
	Класс точности	1		2		1		2		1							
	Допускаемые отклонения, мкм:																
	от перпендикулярности измерительных поверхностей В к Ж;	5		13		6		15		7							
	поверхностей В к Ж; Б к Г																
	от плоскостности измерительных поверхностей Б, В, Г и Ж	2		4		2		—		3							
Обозначение слесарного плоского угольника первого класса точности размером 250×160 мм: Угольник УП-1-250 ГОСТ 3749–77																	
Поверочные слесарные с широким основанием типа УШ 	Размер $H \times L$, мм	60×40		100×60		160×100		250×160		400×250		630×400		1000×630		1600×1000	
	Класс точности	0; 1; 2		0; 1; 2		0; 1; 2		0; 1; 2		0; 1; 2		1; 2		1; 2		2	
	Допускаемые отклонения, мкм:																
	от перпендикулярности измерительных поверхностей Б и В к опорным поверхностям для классов точности:	0		3		3,5		4,5		6		—		—		—	
		1		6		7,0		9,0		12		16		24		—	
		2		15		18,0		22,0		30		40		60		90	

Окончание табл. 7.15

Угольники		Параметры							
Лекальные поверочные типа УЛ 	Размер $H \times L$, мм	60 × 40		100 × 60		160 × 100			
	Толщина, мм	16		20		25			
	Класс точности	0	1	0	1	0	1		
	Допускаемые отклонения, мкм:								
	от перпендикулярности измерительных поверхностей Б и В к опорным поверхностям Г и Ж	2,0	5	2	6	3,5	7		
	от прямолинейности	1,0	2	1	2	1,5	3		
Обозначение лекального угольника нулевого класса точности размером 100 × 600 мм: Угольник УЛ-0-100 ГОСТ 3749–77									
Поверочные лекальные плоские типа УЛП 	Размеры $H \times L$, мм	60 × 40		100 × 60		160 × 100		250 × 160	
	Класс точности	0	1	0	1	0	1	0	1
	Допускаемые отклонения, мкм:								
	от перпендикулярности измерительных поверхностей Б и В к опорным поверхностям Г и Ж	2,5	5,0	3,0	6,0	3,5	7,0	4,5	9,0
	от плоскостности и прямолинейности измерительных опорных	1,0	2,0	1,0	2,0	1,5	2,0	1,5	3,0
	от параллельности опорных поверхностей	1,5	2,5	1,5	2,5	2,0	4,0	2,0	4,0
Обозначение лекального плоского угольника нулевого класса точности размером 160 × 100 мм: Угольник УЛП-0-160 ГОСТ 3749–77									
		2,5	5,0	3,5	6,0	3,5	7,0	4,5	9,0

7.16. Призмы

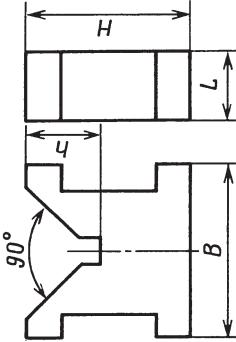
Призмы поверочные и разметочные	Параметр				
	Типоразмер	П1-1	П1-2	П1-3	П1-4
С одной призматической выемкой и накладкой типа П1	Размеры, мм				
	B	35		105	150
	L	40	60		100
	H	30	50	80	100
	h	6	14	30	50
	Диаметр устанавливаемых изделий, мм	3...15	5...30	8...70	12...110
	Допускаемые отклонения от параллельности выемок основанию и боковым граням (мкм) по классам точности:				
	0		2,5		4
	1		4		7
С четырьмя призматическими выемками типа П2	Типоразмер	П2-1	П2-2	П2-3	П2-4
	Размеры $B \times L \times H$, мм	100 × 60 × 90	150 × 80 × 135	200 × 100 × 180	300 × 125 × 270
	Размеры выемок, мм:				
	h_1	32	50	60	110
	h_2	25	32	50	80
	h_3	20	25	32	60
	h_4	16	20	25	50



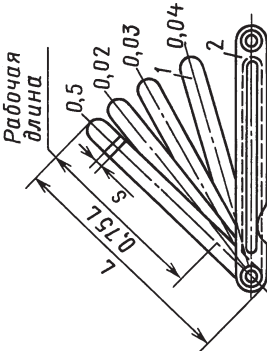
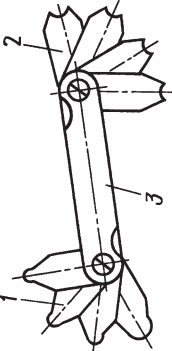
Окончание табл. 7.16

Призмы поверочные и разметочные	Параметр									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Класс точности Допускаемые отклонения, мм: от параллельности выемок основанию и боковым граням и от симметричности расположения выемок от перпендикулярности боковых граней призм от разности расстояния выемок двух призм одного комплекта	10	20	15	25	15	25	20	25	20	30
	15	20	20	30	20	30	30	20	20	80
	12	15								
Типоразмеры	ПЗ-1					ПЗ-2				
Размеры призм $B \times L \times H$, мм	200 × 100 × 125					300 × 125 × 180				
Размеры выемки h , мм	60					110				
Диаметр устанавливаемых изделий, мм	2...160					32...300				
Класс точности	0	1	1	2	2	0	1	1	2	2
Допускаемые отклонения, мкм:										
от параллельности выемок основанию и боковым граням	4	8	15	15	5	10	20	20	20	20
от перпендикулярности боковых граней основания										
от разности расстояний выемок двух призм одного комплекта	5	10	20	20	6	12	25	25	25	25

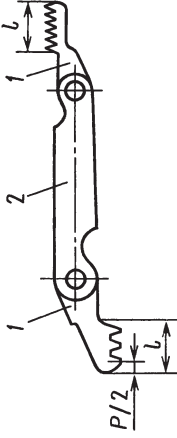
С одной призматической выемкой типа ПЗ



7.17. Наборы щупов, радиусных и резбовых шаблонов

Наименование и эскиз	Параметр	№ набора щупов			
		1	2	3	4
Щупы  <i>Рабочая длина</i> 0,5 0,02 0,03 0,04 75,51 0,751 1 2 <i>1</i> — щуп; <i>2</i> — обойма	Номинальная толщина щупа <i>s</i>	0,02...0,1		0,55...1,0	0,1...1,0
	Число щупов	11	17	10	
	Габаритные размеры	6 × 12 × 112	8,5 × 12 × 112	13 × 12 × 112	11 × 12 × 112
	Масса, кг	0,02	0,04	0,07	0,05
	Радиусные шаблоны  1 2 3 <i>1</i> — выпуклый шаблон; <i>2</i> — вогнутый шаблон; <i>3</i> — обойма	Номинальный радиус	1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6	8; 10; 12; 16; 20; 25	7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25
Число выпуклых и вогнутых шаблонов		По 9	По 6	По 12	
Габаритные размеры		11 × 13 × 72	9 × 20 × 85	12,5 × 20 × 85	
Масса, кг		0,048	0,058	0,095	

Окончание табл. 7.17

Наименование и эскиз	Параметр	№ набора щупов			
		1	2	3	4
Резьбовые шаблоны  <i>1</i> — резьбовые шаблоны; <i>2</i> — облойма; <i>l</i> — рабочий участок	Число шаблонов	20			
	Угол профиля резьбы, °	60			
	Шаг резьбы <i>P</i>	0,4; 0,45; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6			
	Число ниток на 1"	—			
	Масса, кг	0,022			
	Габаритные размеры	10 × 13 × 65,75			
	Предельные отклонения от номинального шага резьбы	±(0,10...0,015)			
		0,018			

7.18. Технические характеристики стальных строительных отвесов

Типоразмер	D , мм (предельное отклонение $\pm 0,5$ мм)	L , мм (предельное отклонение ± 1 мм)	Масса, кг, не более	Длина шнура, м	Диаметр шнура, мм
ОТ50	18	39	0,05	3	1,8
ОТ100		64	0,1		
ОТ200		144	0,2		
ОТ400	30	98	0,4	5	
ОТ600		132	0,6		
ОТ800	30	165	0,8	7	3,0
ОТ1000	38	144			
ОТ1500		200	1,5	10	

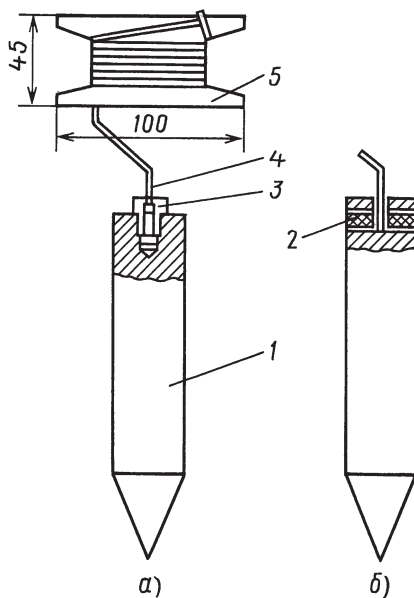


Рис. 7.6. Стальные строительные отвесы:

a — исполнение 1; b — исполнение 2; 1 — корпус; 2 — вставка; 3 — головка; 4 — шнур; 5 — планка

7.4. Приборы для линейных измерений

Штангенприборы (штангенциркули, штангенрейсмасы, штангенглубиномеры, штангензубомеры) снабжены линейными шкалами, отсчет по которым проводится с помощью дополнительной шкалы — нониуса, служащего для определения дробной части интервала деления основной шкалы, а также со стрелочным отсчетом и электронной цифровой индикацией

ей (рис. 7.7–7.9 и табл. 7.19). Основными производителями указанных средств измерений являются отечественные предприятия «Калибр», ЧИЗ, КРИН, СтиЗ и др.

К **микрометрическим приборам** относят микрометры, микрометрические нутромеры и глубиномеры.

Нутромеры — микрометрические концевые меры стержневого типа, которые широко распространены при изме-

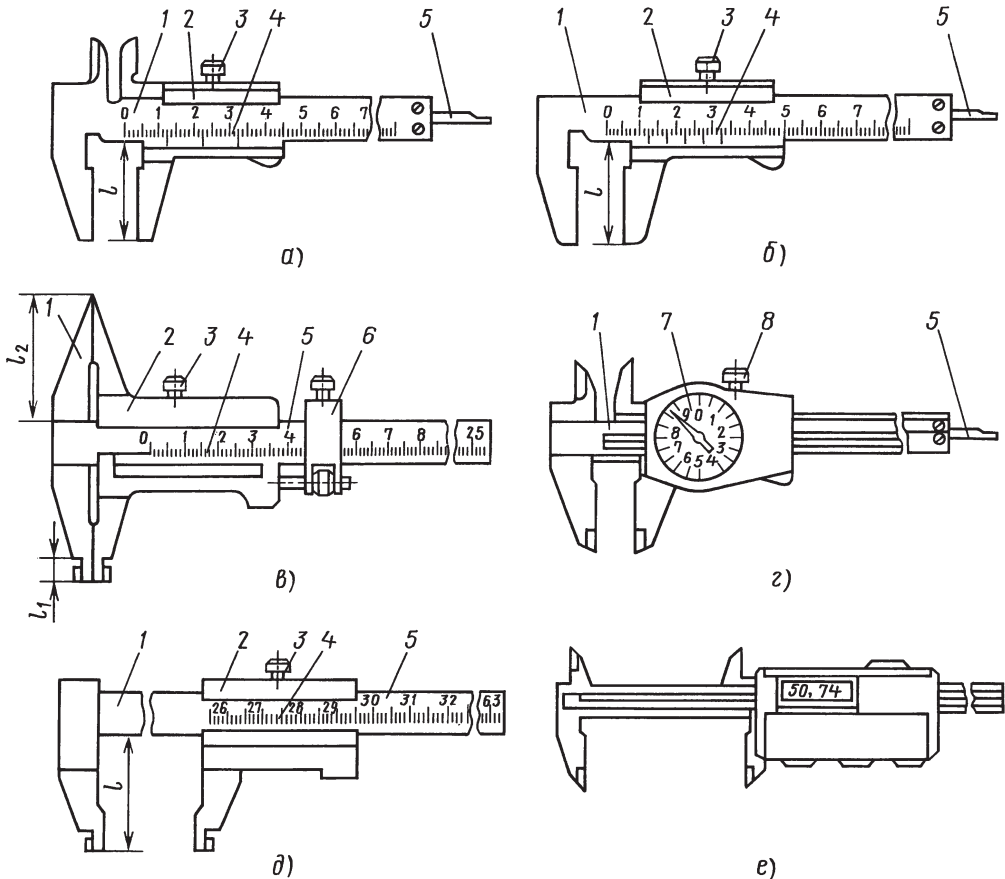


Рис. 7.7. Штангенциркули:

а, г, е — тип I — двусторонние с глубиномером; *б* — тип T-I — односторонние с глубиномером с измерительными поверхностями из твердых сплавов; *в* — тип II — двусторонние; *г* — с круговой шкалой отсчета; *д* — тип III; *е* — с электронной цифровой индикацией; 1 — штанга; 2 — рамка; 3 — зажимный винт; 4 — нониус; 5 — глубиномер; 6 — узел микрометрической подачи; 7 — отсчетное устройство; 8 — стопор

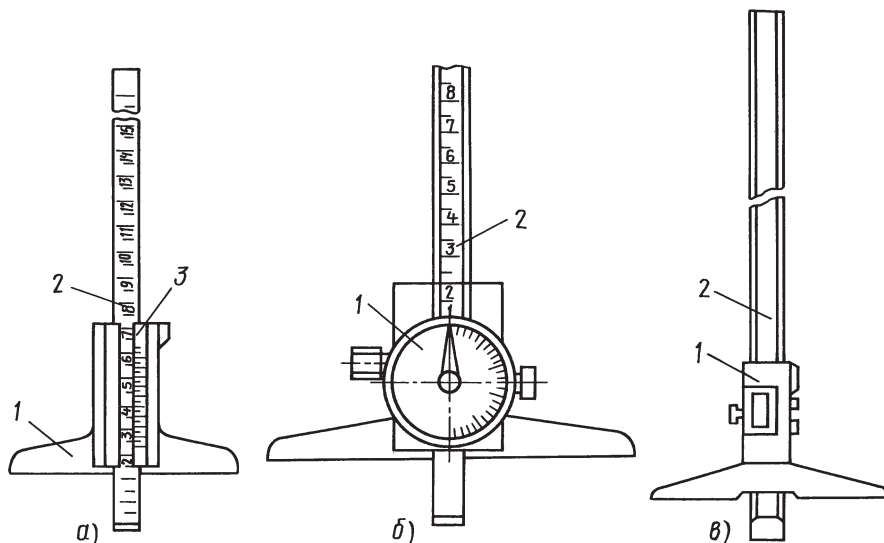


Рис. 7.8. Штангенглубиномер:

а — ШГ — с отсчетом по нониусу (1 — рамка; 2 — штанга; 3 — нониус); *б* — ШГК — с отсчетным устройством с круговой шкалой (1 — круговая шкала отсчетного устройства; 2 — штанга); *в* — ШГЦ — с электронным цифровым отсчетным устройством (1 — цифровое отсчетное устройство; 2 — штанга)

рениях больших размеров (до 10 000 мм, рис. 7.10, табл. 7.20).

Микрометры предусмотрены для измерения размеров не более 600 мм, хотя отдельные приборы выпускаются для измерения размеров до 2000 мм. При размерах 600...1000 мм для уменьшения массы корпуса микрометры изготавливают из листовой стали с отверстиями, а при размерах 1000...2000 мм — сварными из труб диаметром 20...30 мм.

Основные характеристики микрометров (рис. 7.11), применяемых при монтаже, приведены в табл. 7.21.

Скобы (рис. 7.12 и табл. 7.22) отличаются от микрометров наличием индикаторной головки и жесткой пятки либо индикаторной и микрометрической головок.

Изготавливают также специальные скобы, причем дуговые скобы, как правило, применяют для измерения

диаметров не свыше 2000 мм в любом сечении вала, а линейные — для измерения диаметров до 6000 мм только с торца.

Микрометрические глубиномеры (см. табл. 7.22) используют для контроля размеров уступов, пазов, отверстий и других конструктивных элементов оборудования.

Индикаторные приборы служат для контроля линейных размеров, отклонений формы и расположения при абсолютных и относительных измерениях, выполняемых в процессе монтажа оборудования, а также для контроля перемещений при центрировании и выверке. Наибольшее распространение получили *индикаторные нутромеры* (табл. 7.23 и 7.24), *измерительные головки* и *индикаторы* различных типов (табл. 7.25). Ведущие производители — КРИН и «Эталон» (Россия).

Гидростатические нивелиры рассчитаны на контроль расположения по-

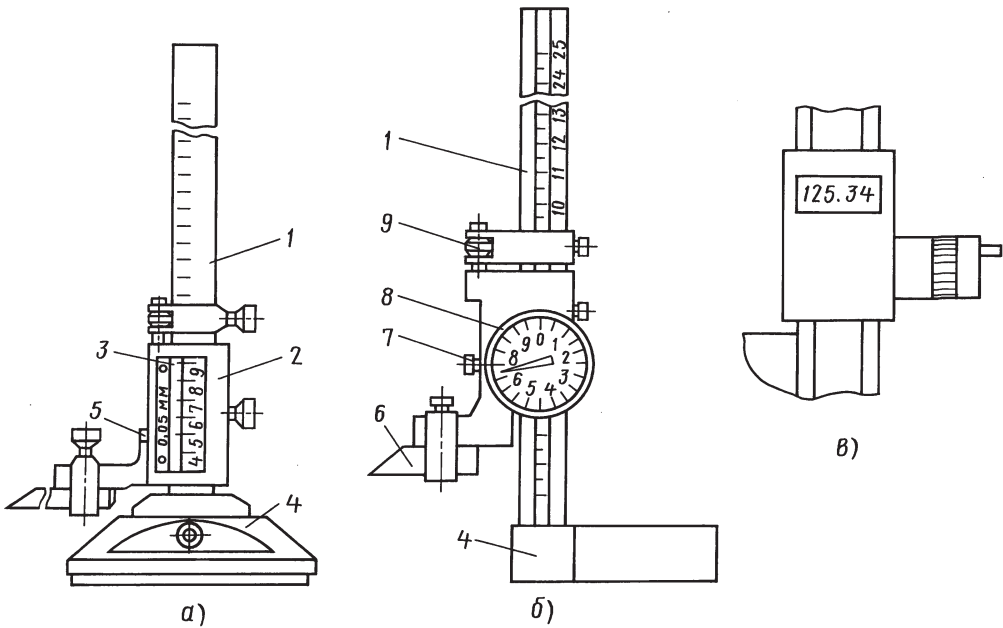


Рис. 7.9. Штангенрейсмасы:

а — ШР — с отсчетом по нониусу; *б* — ШРК — с отсчетным устройством с круговой шкалой; *в* — ШРЦ — с электронным цифровым отсчетным устройством; 1 — штанга; 2 — рамка; 3 — нониус; 4 — основание; 5 — державка; 6 — губка; 7 — стопор; 8 — отсчетное устройство; 9 — микрометрическая подача

верхностей оборудования. По разности превышений ими можно оценивать наклоны протяженных плоских поверхностей и отклонений их формы.

Из гидростатических нивелиров широко известен уровень, выпускаемый заводом «Калибр» (Москва) (рис. 7.13), четырех моделей: 115-1, 115-2, 115-3 и 115-4. Он состоит из измерительных головок, корпус 3 которых выполнен из бронзы и установлен на плиту 6. В корпусе расположен стеклянный сосуд 2, закрытый крышкой 4. Измерительные головки соединены водяным и воздушным шлангами через ниппель 1 и имеют микрометрический винт (глубиномер) 5 с ценой деления 0,01 мм в мод. 115-1 и 0,1 мм в мод. 115-2. Масса головки 4,7 кг. Предельная погрешность измере-

ний с помощью уровня мод. 115-1 составляет 0,03...0,05 мм.

Гидростатический уровень типа 114 (рис. 7.14) имеет расширенные диапазоны измерений и дополнительную шкалу. Техническая характеристика уровня этого типа приведена в табл. 7.26.

Шланговый технический нивелир НШТ-1 состоит из двух сообщающихся сосудов 1 и 2 (рис. 7.15), которые выполнены в виде стеклянных цилиндров в металлическом корпусе, соединенных шлангом 3. На цилиндрах имеется миллиметровая шкала. Внутри цилиндра с миллиметровой шкалой размещен поплавков с нанесенной на нем кольцевой риски. Фиксация положения риски поплавка относительно шкалы проводится визуально. Нивелир НШТ-1 выпускается серийно.

7.19. Штангенприборы

Штангенциркули (ГОСТ 166–89)

Диапазон измерений, значение отсчета по нониусу, цена деления круговой шкалы и шаг дискретности цифрового отсчетного устройства штангенциркулей, мм

Диапазон измерения штангенциркулей	Значение отсчета по нониусу	Цена деления круговой шкалы отсчетного устройства	Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства
0...125	0,05; 0,1	0,02; 0,05; 0,1	0,01
0...135			
0...150			
0...160			
0...200			
0...250			
0...300			
0...400			
0...500			
250...630			
250...800	0,1	—	—
320...1000			
500...1250			
500...1600			
800...2000			

Пр и м е ч а н и я. 1. Нижний предел измерения у штангенциркулей с верхним пределом до 400 мм установлен для измерения наружных размеров.

2. У штангенциркулей типа Т-I диапазон измерения относится только к измерениям наружных размеров и глубины.

3. Верхний предел измерения штангенциркулей типов I и Т-I должен быть не более 300 мм.

Вылет губок l и l_2 штангенциркулей для измерения наружных размеров и вылет губок l_1 для измерения внутренних размеров, мм

Диапазон измерения	l		l_1	l_2
	не менее	не более	не менее	
0...125	35	42	15	—
0...135	38		16	
0...150				
0...160	45	50	6	16

Продолжение табл. 7.19

Диапазон измерения	l		l_1	l_2
	не менее	не более	не менее	
0...200	50	63	8	20
0...250	60	80	10	25
0...300	63	100		—
0...400		125		
0...500	80	160	15	
250...630		200		
250...800				
320...1000			20	
500...1250	100	300		
500...1600				
800...2000				

Предел допускаемой погрешности (мм) штангенциркулей ($\pm$) типов I и Т-I при измерении глубины 20 мм

Измеряемая длина	При значении отсчета по нониусу			С ценой деления круговой шкалы отсчетного устройства				С шагом дискретности цифрового отсчетного устройства
	0,05	0,1 для класса точности		0,02	0,05	0,1 для класса точности		0,01
		1	2			1	2	
До 100	0,05	0,05	0,10	0,03	0,04	0,05	0,08	0,03
Св. 100 до 200				0,004				
» 200 » 300				—				
» 300 » 400		0,10		0,04				
» 400 » 600	0,10		—					0,05
» 600 » 800								0,06
» 800 » 1000								0,07
» 1000 » 1100	—	0,15						—
» 1100 » 1200		0,16						
» 1200 » 1300		0,17						
» 1300 » 1400		0,18						

Продолжение табл. 7.19

Измеряемая длина	При значении отсчета по нониусу			С ценой деления круговой шкалы отсчетного устройства			С шагом дискретности цифрового отсчетного устройства	
	0,05	0,1 для класса точности		0,02	0,05	0,1 для класса точности		0,01
		1	2			1	2	
Св. 1400 до 1500	—	0,19	—					
» 1500 » 2000		0,20						

Пр и м е ч а н и я. 1. За измеряемую длину принимают номинальное расстояние между измерительными поверхностями губок.

2. У штангенциркулей с одним нониусом погрешность проверяют по губкам для измерения наружных размеров.

3. При сдвигании губок штангенциркулей до их соприкосновения смещение нулевого штриха нониуса допускалось только в сторону увеличения размера.

4. Погрешность штангенциркуля не должна превышать значений, указанных в табл. 7.19, при температуре окружающей среды (20 ± 10) °С во время поверки их по плоскопараллельным концевым мерам длины из стали.

Штангенглубиномеры (ГОСТ 162–90)

Диапазон измерений, значение отсчета по нониусу, цена деления круговой шкалы и шаг дискретности цифрового отсчетного устройства, длина измерительной поверхности рамки, мм

Диапазон измерения	Значение отсчета по нониусу	Цена деления круговой шкалы отсчетного устройства	Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства	Длина измерительной поверхности рамки, не менее
0...160	0,05 и 0,10	0,02 и 0,05	0,01	1,20
0...200				
0...250				
0...300				
0...400				
0...630	0,05 и 0,10	—		1,75
0...1000				

Продолжение табл. 7.19

Предел допускаемой погрешности штангенглубиномера как при незатянута, так и при затянутом зажиме рамки при температуре окружающей среды $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$, относительной влажности не более 80 % при температуре 25°C , мм

Участки шкалы	Предел допускаемой погрешности штангенглубиномера (±)				
	со значением отсчета по нониусу		с ценой деления круговой шкалы отсчетного устройства		с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства
	0,05	0,1	0,02	0,05	0,01
До 100	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03
Св. 100 до 200					
» 200 » 300			0,04		0,04
» 300 » 400					
» 400 » 600	0,10	0,10	—		
» 600 » 800					
» 800 » 1000	0,15				

П р и м е ч а н и е. Погрешность штангенглубиномера не должна превышать значений, указанных в табл. 7.20, при поверке их по плоскопараллельным концевым мерам длины из стали.

Штангенрейсмасы

Диапазон измерений, значение отсчета по нониусу, цена деления круговой шкалы и шаг дискретности цифрового отсчетного устройства, классы точности штангенрейсмасов, мм

Диапазон измерений	Значение отсчета по нониусу	Цена деления круговой шкалы цифрового отсчетного устройства	Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства, классов точности 1; 2
0...250	0,05	0,02; 0,05	0,01
40...400		0,05	
60...630	0,5; 0,10	0,05	
100...1000			
600...1600	0,10	—	
1500...2500			

Окончание табл. 7.19

Предел допускаемой погрешности штангенрейсмасов как при незатянutom, так и при затянутом режиме рамки при температуре окружающей среды (20 ± 10) °С						
Измеряемая длина	Предел допускаемой погрешности штангенрейсмасов (±)					
	со значением отсчета по нониусу		с ценой деления кру- говой шкалы цифро- вого отсчетного уст- ройства		с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства	
					0,01 для классов точности	
					0,05	0,10
До 950	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05
Св. 250 до 400					0,04	0,06
» 400 » 630		0,10	—	0,10	0,05	0,07
» 630 » 1000	0,07				0,09	
» 1000 » 1600	—	0,15	—			
» 1600 » 2500		0,20				

Примечание. За измеряемую длину принимают номинальное расстояние между измерительной поверхностью ножки и поверочной плитой. Основными производителями указанных приборов являются отечественные предприятия КРИН, «Эталон», «Калибр» и ряд других.

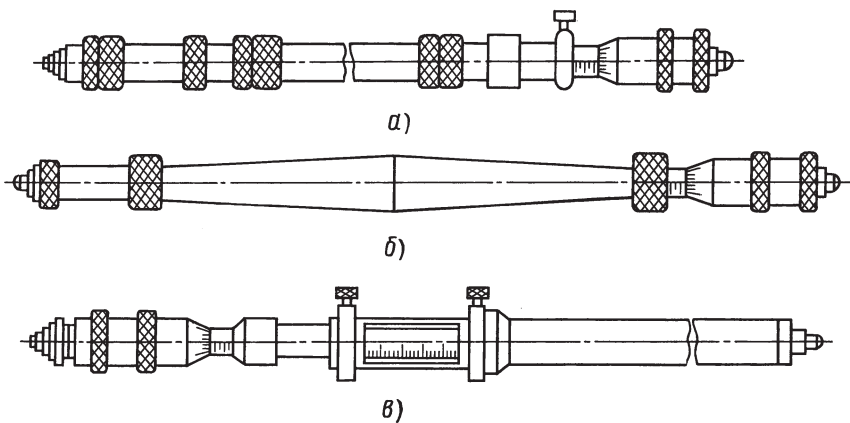
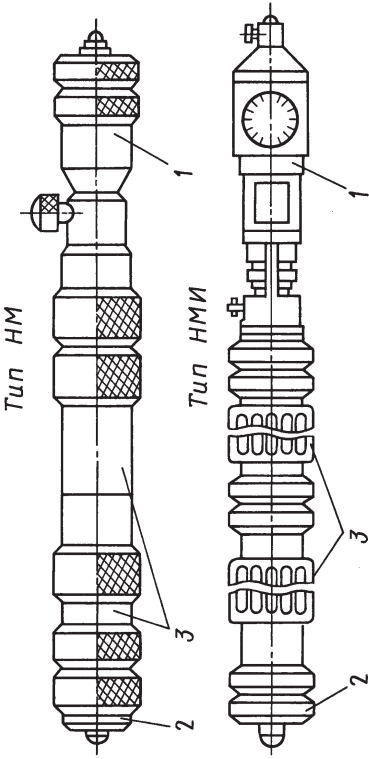


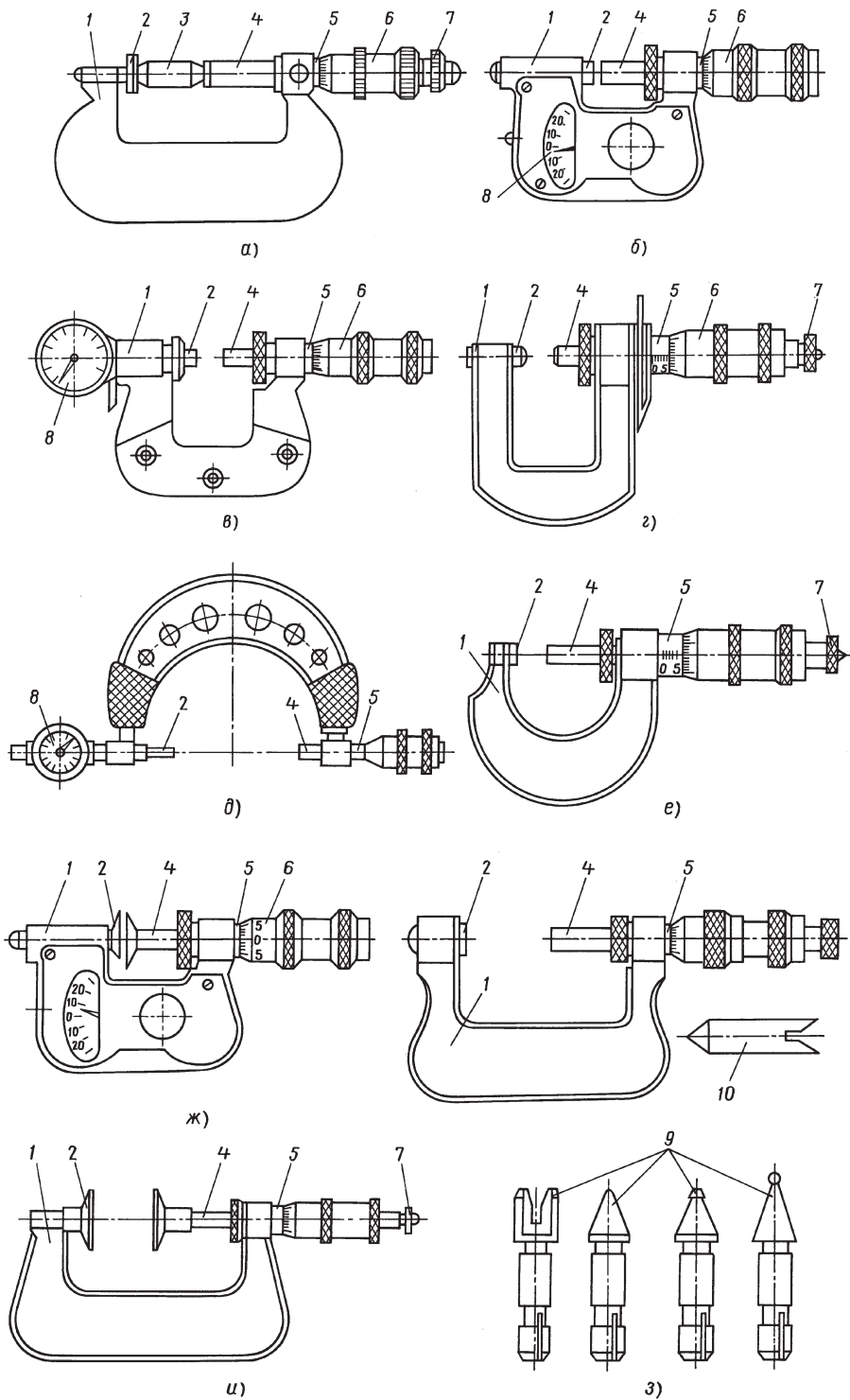
Рис. 7.10. Нутромеры с микрометрическими головками для контроля больших размеров: а — без внутренних измерительных стержней; б — сигарообразные; в — телескопические

7.20. Микрометрические нутромеры типов НМ и НМИ (ГОСТ 10–88)



1 – микрометрическая головка; 2 – измерительный наконечник; 3 – удлинители

Параметр	Тип						Размеры, мм
	НМ-75	НМ-175	НМ-600	НМ-1250	НМ-2500	НМИ-4000	
Диапазон измерения	50...75	75...175	75...600	150...1250	600...2500	1250...4000	2500...6000
Цена деления микрометрической головки	0,01						
Допускаемая погрешность микрометрической головки	±0,003		±0,004		±0,01		
Допускаемая погрешность установочных мер	±0,0015		±0,003		±0,006		
Радиусы сферы измерительных поверхностей	2...20	16...25		50...60			



← **Рис. 7.11. Микрометры:**

a — гладкий типа МК; *б* — рычажный типа МР; *в* — рычажный типа МРП; *г* — листовый с циферблатом типа МЛ; *д* — рычажный мод. 125; *е* — трубный типа МТ; *ж* — рычажный зубомерный МРЗ; *з* — со вставками; *и* — зубомерный МЗ; *1* — скоба; *2* — пятка; *3* — установочная мера; *4* — микрометрический винт; *5* — стержень; *5* — барабан; *7* — трещотка; *8* — отсчетное устройство; *9* — вставки; *10* — установочная мера

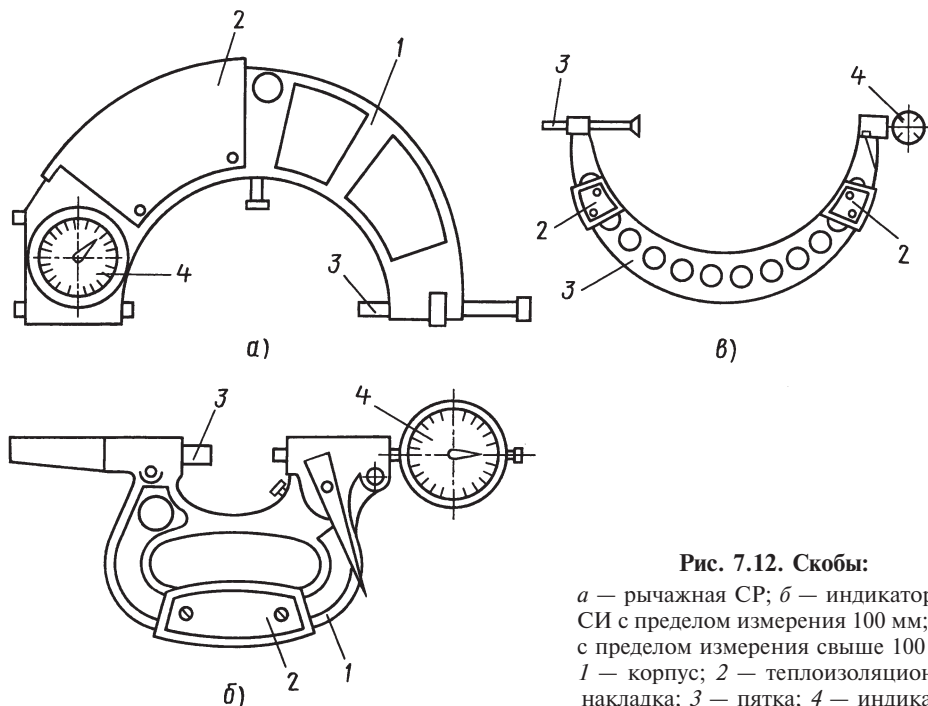


Рис. 7.12. Скобы:

a — рычажная СР; *б* — индикаторная СИ с пределом измерения 100 мм; *в* — с пределом измерения свыше 100 мм; *1* — корпус; *2* — теплоизоляционная накладка; *3* — пятка; *4* — индикатор

Основные технические характеристики нивелира НШТ-1

Длина шкал измерительных элементов, мм	200
Цена наименьшего деления, мм	1
Пределы измерения превышений, мм	±200
Длина шланга, м	10
Средняя квадратическая погрешность одного измерения, мм	±0,5
Масса, кг:	
головки	0,8
прибора в рабочем состоянии	3,5
комплекта	7

Разработаны измерительные гидростатические системы с дистанционным съемом информации и фотоэлектрическими головками. Применяют также

приборы с сосудами открытого типа и оптико-механической отсчетной системой для контроля отклонения от прямолинейности.

7.21. Микрометры и скобы

Прибор	Диапазон измерений, мм	Отсчетное устройство		Цена деления шкалы барабана, мм	Допускаемая основная погрешность, мм	Измерительная сила, сН	Колебание измерительной силы, сН	Примечание
		Цена деления, мм	Диапазон измерений по шкале, мм					
Гладкий микрометр типа МК (рис. 7.11, а; ГОСТ 6507–90	0...25	—		0,01	±0,002 (0,004)*	500...900	200	Для измерений наружных размеров; диаметр измерительного конца микровинта 8 мм; микрометры выпускают первого и второго классов точности
	25...50; 50...75; 75...100				±0,0025 (0,004)*			
	100...125; 125...150; 150...175; 175...200				±0,003 (±0,005)*			
	200...225; 225...250; 250...275; 275...300				±0,004 (0,006)*			
	300...400; 400...500				±0,005 (±0,008)*			
	500...600				±0,006 (±0,01)*			

Продолжение табл. 7.21

Прибор	Диапазон измерений, мм	Отсчетное устройство		Цена деления шкалы барабана, мм	Допускаемая основная погрешность, мм	Измерительная сила, сН	Колебание измерительной силы, сН	Примечание
		Цена деления, мм	Диапазон измерений по шкале, мм					
Рычажный микрометр типа МР с отсчетным устройством, встроенным в корпус (рис. 7.11, б; ГОСТ 4381–87)	0...25; 25...50; 50...75; 75...100	0,002	±0,14	0,01	Для отсчетного устройства ±0,003 (на участке ±0,03 мм) и ±0,002 (на участке ±0,14 мм)	600 ± 100	150	Перемещение микровинта до 25 мм. Размах показаний 0,0006 мм
		0,001	±0,07					
Рычажный микрометр МРП					Для отсчетного устройства ±0,025 (на участке 0,03 мм)		100	Контактные поверхности отсчетного устройства армированы твердым сплавом, снабжены теплоизоляционными накладками
Микрометры рычажные МРИ, оснащенные отсчетным устройством (рис. 7.11, в; ГОСТ 6507–90)	100...125; 125...150; 150...200	0,002	±0,1	0,01	Для отсчетного устройства: 0,004	800 ± 200	200	Поставляются с установочными мерками. Микрометры с диапазоном измерений 300...400 и 400...500 мм выпускают с отсчетным устройством, имеющим цену деления 2 и 10 мкм

Продолжение табл. 7.21

Прибор	Диапазон измерений, мм	Отсчетное устройство		Цена деления шкалы барабана, мм	Допускаемая основная погрешность, мм	Измерительная сила, сН	Колебание измерительной силы, сН	Примечание
		Цена деления, мм	Диапазон измерений по шкале, мм					
	200...250;	0,002	±0,1	0,001	0,005	800 ± 200	200	
	250...300				0,006			
	300...400				0,007			
	400...500				0,008			
	300...400	0,01	±2,0		0,010	1000 ± 200	250	
	400...500				0,012			
	500...600				0,014			
	600...700				0,016			
	700...800				0,018			
	800...900	—	±5,0		± 0,004	300...700	200	
	900...1000				0,01			
	Листовой микрометр с циферблатом (рис. 7.11, г; ГОСТ 6507–90)	0...5; 0...10; 0...25	—		0,01	± 0,004	300...700	

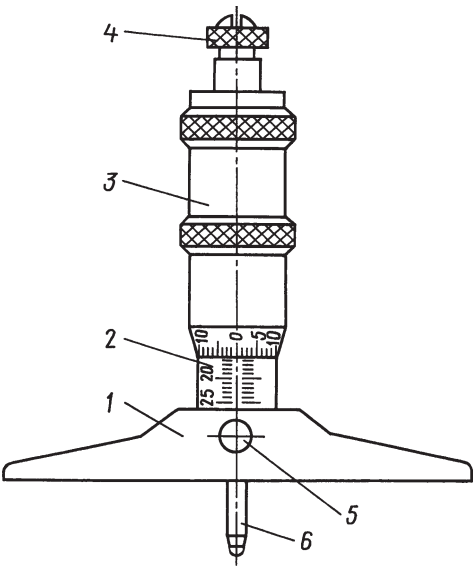
Продолжение табл. 7.21

Прибор	Диапазон измерений, мм	Отсчетное устройство		Цена деления шкалы барабана, мм	Допускаемая основная погрешность, мм	Измерительная сила, сН	Колебание измерительной силы, сН	Примечание
		Цена деления, мм	Диапазон измерений по шкале, мм					
Рычажный микрометр МРИ мод. 125, оснащенный отсчетным устройством (рис. 7.11, а; ГОСТ 4381–87)	1000...1200	0,01	±10	0,01	Для отсчетного устройства; ±0,02	1000 ± 200	250	Для измерения с применением установочных мер
	1200...1400				±0,025			
	1400...1600				±0,028			
	1600...1800				±0,032			
	1800...2000				±0,036			
Трубный микрометр МТ (рис. 7.11, е; ГОСТ 6507–90)	0...25	—		0,01	±0,002 (±0,004)*	300...700	200	Для измерения толщины стенок труб с внутренним диаметром не менее 12 мм. Выпускают по второму классу точности. Допускаемое изменение изгиба скобы 0,002 мм при силе 9,8 Н
	0...20 20...45	0,002	±0,14	0,01	Для отсчетного устройства: ±0,004 (на участке 0,03 мм) ±0,003 (на участке 0,14 мм)	600 ± 100 500...900	150 200	Для измерения длины общей нормали зубчатых колес. Размах показаний 0,001 мм
Рычажный зубомерный микрометр МРЗ (рис. 7.11, ж; ГОСТ 4381–87)								

Продолжение табл. 7.21

Прибор	Диапазон измерений, мм	Отсчетное устройство		Цена деления шкалы барабана, мм	Допускаемая основная погрешность, мм	Измерительная сила, сН	Колебание измерительной силы, сН	Примечание						
		Цена деления, мм	Диапазон измерений по шкале, мм											
Микрометры МВМ со вставками для измерения метрических и дюймовых резьб (рис. 7.11, з; ГОСТ 4380—93)	0...25; 25...50	—		0,01	±0,015	500...900	200	Для измерения среднего диаметра метрических и дюймовых резьб. В комплект поставки входят призматические, конические вставки и установочная мера						
	50...75; 75...100				±0,02									
	100...125; 125...150; 150...175; 175...200				±0,025									
	200...225; 225...250; 250...275; 275...300; 300...325; 325...350				±0,035									
	Зубомерный микрометр МЗ (рис. 7.11, и; ГОСТ 6507—90)				0...25; 25...50; 50...75; 75...100				—	0,01	± 0,004 (± 0,005)*	300...700	200	Для контроля длины общей нормали зубчатых колес с модулем от 1 мм. Вылет скобы не менее 30 мм. Диаметр измерительного конца микровинта не менее 24 мм

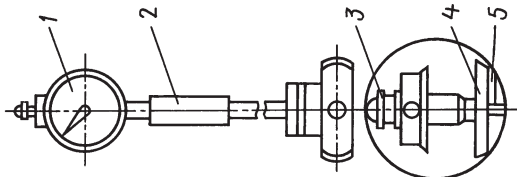
7.22. Микрометрические глубиномеры типа ГМ



1 – основание; 2 – стебель; 3 – барабан; 4 – трещотка; 5 – стопор; 6 – измерительный стержень

Параметр	Типоразмер	
	ГМ-100	ГМ-150
Диапазон измерений, мм	0...100	0...150
Цена деления, мм	0,01	
Допускаемая погрешность измерения, мм, для класса точности:		
1	±0,003	±0,004
2	±0,005	±0,006
Измерительная сила, сН	300...70	
Габаритные размеры, мм	100 × 33 × 107	100 × 33 × 157
Масса, кг	0,61	0,89

7.24. Индикаторные нутромеры типа НИ (ГОСТ 868—82)

 1 — индикатор; 2 — ручка; 3 — неподвижный измерительный стержень; 4 — центрирующий мостик; 5 — подвижный измерительный стержень (цена деления 0,01 мм)								Диапазон измерений, мм				6...10	10...18	18...50	50...100	100...160	160...250	250...450
Допускаемая погрешность показаний в пределах всего перемещения измерительного стержня, мм, для класса точности:				±0,008		±0,0012	±0,015			—								
1				±0,008		±0,0012	±0,015			—								
2				±0,012		±0,015	±0,018			± 0,022								
Наибольшая глубина измерения, мм, не менее				60; 100	130	150	200	300	400	500								
Измерительная сила, Н				2,5...4,5			4...7		5...9									

7.25. Технические характеристики измерительных головок и индикаторов

Наименование	Обозначение	Цена деления, мкм	Предел измерений, мкм	Допускаемая погрешность, мкм		Размах показаний, делений шкалы	Измерительная сила, сН, не более	Колебание измерительной силы, сН, не более	Присоединительный диаметр, мм	Масса, кг
				в диапазоне всей шкалы	на участке 32 делений					
Пружинная (микрокатор)	01 ИГП	0,1	±4	0,15	0,10	1/3	150	20	28	0,47
	02 ИГП	0,2	±6	0,20	0,15					
	05 ИГП	0,5	±15	0,40	0,25					
	1 ИГП	1,0	±30	60	40	1/4	200	30		
	2 ИГП	2,0	±60	1,2	0,80			50		
	5 ИГП	5,0	±150	3,0	2,0			100		
	10 ИГП	10,0	±300	5,0	3,0			150		
Пружинно-оптическая (оптикатор ГОСТ 10533—86)	01 П	0,1	±12	0,1	0,05	1/4	150	30	28	1,4
	02 П	0,2	±25	0,2	0,10					
	05 П	0,5	±50	0,4	0,20					
	1 П	1,0	±125	0,8	0,40					
	02-ИПМ	0,2	±10	0,3	0,15					
Пружинная малотабаритная (микатор)	05-ИПМ	0,5	±25	0,5	0,30	1/3	150	30	8	0,13
	1-ИПМ	1,0	±50	1,0	0,50					
	1-ИПМУ									
	2-ИПМ	2,0	±100	2,0	1,00					

Продолжение табл. 7.25

Наименование	Обозначение	Цена деления, мкм	Предел измерений, мкм	Допускаемая погрешность, мкм		Размах показаний, делений шкалы	Измерительная сила, сН, не более	Колебание измерительной силы, сН, не более	Присоединительный диаметр, мм	Масса, кг
				в диапазоне всей шкалы	на участке 32 делений					
Рычажно-зубчатая (ГОСТ 18833–73)	2-ИГ, 1-ИГМ	1	± 50	± 0,8	± 0,4	1/3	150, 200	40, 80	8	0,09
	2-ИГ, 2 ИГМ	2	± 100	± 1,2	± 0,7				4 и 8	
Рычажно-пружинная (миникатор): с коротким наконечником	10 302	1	± 40	1	0,5	1/3	20	12	4 и 8	0,09
		2	± 80	2	1,0		30	—		
Индикаторы										
Многооборотный: по ГОСТ 9696–82	1 МИГ	0 и 1	0...1	2	1,5	1/2	200	50	8	0,11
	2 МИГ		0...2	2,5	2,0			2/3		
по ТУ 2-034-317–77	05 205	2	0...5	5	4	1/2	150	70	8	0,22
	05 305	1	0	4	3	1	200			

Окончание табл. 7.25

Наименование	Обозначение	Цена деления, мкм	Предел измерений, мкм	Допускаемая погрешность, мкм		Размах показаний, делений шкалы	Измерительная сила, сН, не более	Колебание измерительной силы, сН, не более	Присоединительный диаметр, мм	Масса, кг
				в диапазоне всей шкалы	на участке 32 делений					
Рычажно-зубчатый (ГОСТ 5584–75)	ИРБ	10	0...0,8	10	5	1/3	10...30	20	5 и 8	0,14
	ИРТ							30		
Часового типа торцовые ИТ (ГОСТ 577–68)	ИТ02	10	0...2	10 (12)*	8 (10)	1	150	—	8	0,15
	ИЧ02				4 (6)*			40		
по ГОСТ 577–68	ИЧ05	10	0...5	12 (16)	5	1/3	300	60	8	0,31
	ИЧ10		0...10	15 (20)				180		
по ТУ 2-034-611–80	ИЧ25	10	0...25	22 (30)	5	1/3	300	180	8	0,325
	ИЧ50		0...50	48						

* В скобках даны значения для головок первого класса точности.

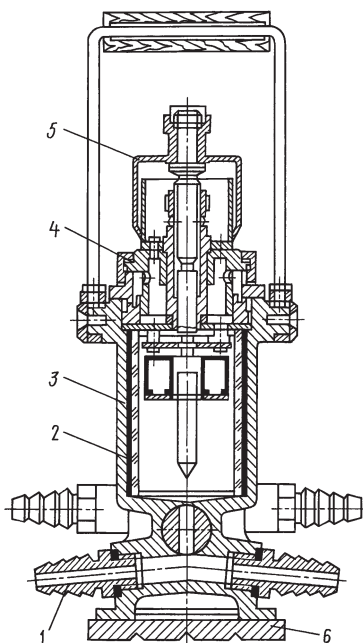


Рис. 7.13. Гидростатический уровень
типа 115

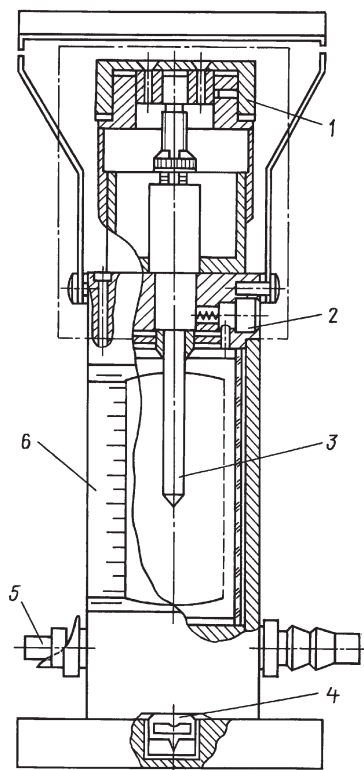


Рис. 7.14. Гидростатический уровень завода
«Калибр» типа 114:

1 — микрометрический винт; 2 — клапан;
3 — измерительный шток; 4 — круглый уро-
вень;

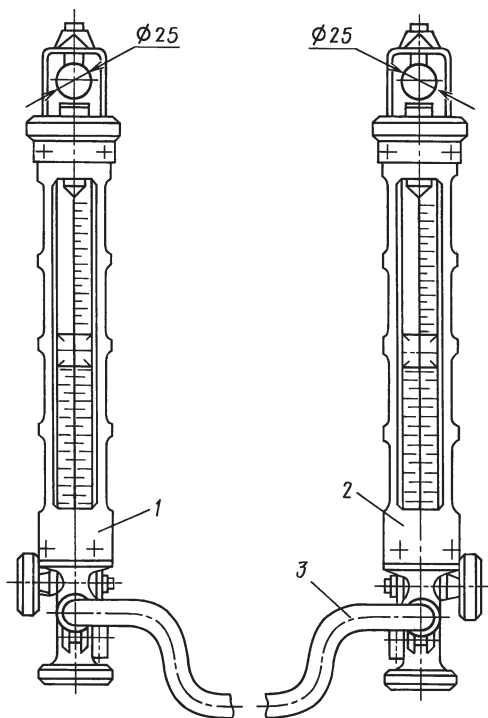


Рис. 7.15. Шланговый технический нивелир
НШТ-1

7.26. Технические характеристики гидростатических уровней типа 114

Параметр	Исполнение			
	114-1	114-2	114-3	114-4
Число измерительных головок	2		1	
Цена деления шкалы микрометрического глубиномера измерительных головок, мм	0,01	0,1	0,01	0,1
Цена деления дополнительной шкалы, мм	1			
Диапазон измерения превышения H , мм, при отсчете:				
по шкале глубиномера	0...25			
по дополнительной шкале	0...70			
Максимальная длина соединительных шлангов, м	12	24	12	24
Допускаемая погрешность, мм, при отсчете:				
по шкале глубиномера	0,3	0,1	0,03+0,007 Н	0,1+0,07 Н
по дополнительной шкале	1			
Разность показаний измерительных головок одного комплекта, мм, при базировании:				
на плоскости	0,02	0,05	—	
на призме	0,05	0,1		
Масса, кг				
измерительной головки	3			
бака	—		11	
Количество воды, заливаемой в систему, л	3		12	

Микронивелиры состоят из базовых линеек с двумя опорами и отсчетных устройств, в которых в качестве нуль-индикатора используют пузырьковые уровни или их амплитуды. Микронивелиры применяют при монтаже для контроля отклонений от прямолинейности и плоскостности шаговым методом.

Микронивелир с постоянной базой (рис. 7.16, а) представляет собой корпус-линейку 1 с двумя опорами, на которых установлен уровень 2 или пузырьковая ампула в специальной оправе. Расстояние между опорами равно шагу измерения. Регулируемая опора 2 микронивелира снабжена микрометрическим винтом и индикатором 3.

Микронивелир с переменной базой (рис. 7.16, б) содержит уровень и индикатор часового типа или измерительную головку с ценой деления 0,01...0,002 мм. Он состоит из линейки-трубы 1 со шкалой, брускового уровня 3, установочного уровня 2 на опоре 8, индикатора 4, контактирующего с торцом микровинта 5. Микровинт устанавливают измерительной опорой 6 на проверяемую поверхность 7. Расстояние между опорами 6 и 8 переменное (200...600 мм), цена деления, мм: индикатора 0,01, основной ампулы продольного уровня 0,02...0,05

на 1 м, поперечного уровня 3...6; пределы перемещения винта ± 5 мм.

Приборы для контроля больших диаметров косвенным методом. Приборы ПКД-4 и ПКД-6 применяют для измерений диаметров 1500...6000 мм методом опоясывания; цена деления 0,01 мм. Измерения осуществляют с помощью набора лент. Прибор крепят к измеряемому изделию посредством постоянно-го магнита. Электроконтактное сигнальное устройство срабатывает при определенной силе, что исключает влияние растяжения ленты на погрешности измерений.

В ЛИТМО разработаны и внедрены приборы для измерения диаметров по элементам окружности, известные под названием «наездники» (ПКД-2, ПКД-8, 5ПКД-9 и 10ПКД-9). Диапазон контролируемых диаметров 800...1700 мм, цена деления 0,01 и 0,005 мм. При использовании таких приборов исходят из принципа измерения диаметров по углу между касательными, высоте сегмента, хорде сегмента и т.п.

Метод контроля диаметров обкаткой роликом основан на зависимости углов поворота мерного ролика от частоты его вращения при обкатке вокруг измеряемой детали. Для измерения диаметров

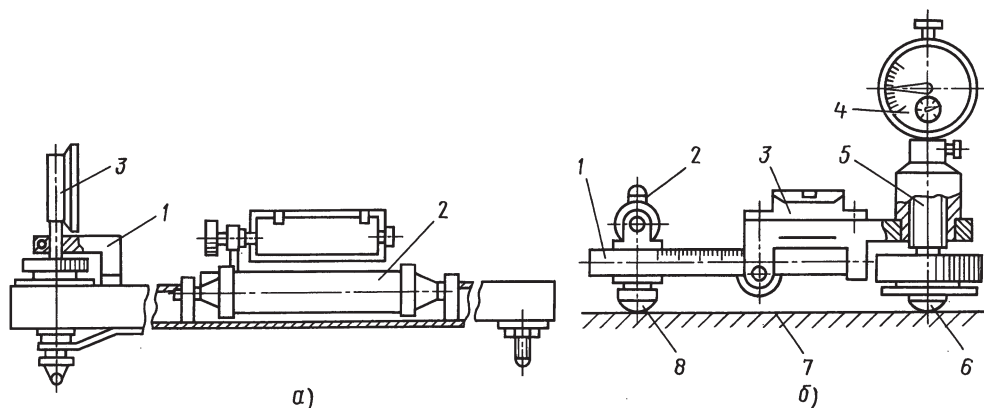


Рис. 7.16. Микронивелиры с базой:

а — постоянной; б — переменной

вращающихся деталей по этому принципу применяют электронные приборы АИД-6, АИД-8 и ИБД-5, имеющие фотоэлектрический преобразователь измерительных импульсов (цена импульса 0,01 мм). Диапазон контролируемых диаметров 100...10 000 мм.

Оптические приборы для линейных измерений. При измерении превышений, линейных отрезков, недоступных для непосредственного измерения при монтаже оборудования, используют нивелиры и катетометры.

Оптический нивелир — это прибор, предназначенный для определения превышения одной точки над другой. Оптические нивелиры — самые распространенные приборы. Их многообразие обусловлено широким спектром областей применения: от промышленного строительства, включая монтаж оборудования и конструкций, до создания государственных нивелирных сетей. Все современные нивелиры предельно просты в работе и обеспечивают исполнителю одинаковый уровень удобств: прямое изображение, встроенный компенсатор, наличие горизонтального круга и возможность установки на сферический штатив. Поэтому популярность той или

иной модели оптического нивелира у строителей и геодезистов (при одинаковых точности и увеличении) зависит в первую очередь от стоимости прибора.

Конструкцию нивелира можно условно разбить на три основных блока: наведения, ориентирования и измерения. Основные части нивелира с уровнем — зрительная труба, цилиндрический уровень, трегер и элевационный винт. В высокоточных нивелирах перед объективом устанавливается плоскопараллельная пластинка, которая является составной частью оптического микрометра; при этом оптический микрометр, в свою очередь, есть составная часть общей конструкции нивелира. Последние модификации точных нивелиров снабжаются оптическим микрометром, который представляет собой надеваемую на объектив насадку. При нивелировании технической точности насадкой (оптическим микрометром) можно не пользоваться или снять ее вообще.

Нивелиры используют в сочетании со специальными нивелирными рейками. Рейка является штриховой мерой длины (табл. 7.27). Если рейку установить в вертикальное положение в двух точках и, последовательно наводя гори-

7.27. Технические параметры нивелирных реек ГОСТ 10528–90

Параметр	Рейки		
	высокоточные РН05	точные РН3	технические РН10
Номинальная длина шкалы рейки, мм	3000		4000
	2000	1500	—
	1700	1000	
Длина деления шкалы, мм	5	10	
Допустимое отклонение, мм:			
длины деления шкалы	±0,50	±0,20	
метрового интервала	±0,10	±0,50	±1,00

зонтальный штрих зрительной трубы на штрихи рейки, снять отсчеты, то их разность определит превышение этих точек. При выверке оборудования применяются также малогабаритные рейки на специальных подставках (рис. 7.17).

Точность нивелиров характеризуется (по ГОСТ 23543–88) величиной средней квадратической ошибки измерения превышения на 1 км двойного хода: высокоточные — не более 1,0 мм, точные — до 3,0 мм и технические — более 3,0 мм.

Высокоточные и точные нивелиры выпускаются с цилиндрическим уровнем или компенсатором, а технические — с компенсатором. Точные и технические нивелиры изготавливаются с горизонтальным лимбом и без него.

Точный нивелир с компенсатором и горизонтальным кругом будет иметь обозначение НЗКЛ.

Технические характеристики наиболее применяемых в практике отечествен-

ного промышленного строительства оптических нивелиров приведены в табл. 7.28. В первую очередь к ним относятся приборы известных предприятий: ПО «Уральский оптико-механический завод» (УОМЗ, Россия) и «Ижумский казенный приборостроительный завод» (Украина).

Последнее достижение в области нивелирования — цифровые (электронные) нивелиры. Это современные многофункциональные (и более дорогие) геодезические приборы, совмещающие функции высокоточного оптического нивелира, электронного запоминающего устройства и встроенного программного обеспечения для обработки полученных измерений. Основная отличительная особенность цифровых нивелиров — встроенное электронное устройство для снятия отсчета по специальной рейке с высокой точностью.

Применение цифровых нивелиров позволяет исключить личные (субъективные) ошибки исполнителя и ускорить процесс измерения. Для этого достаточно навести прибор на рейку, сфокусировать изображение и нажать на кнопку. Прибор выполнит измерение, отобразит на экране полученное значение и расстояние до рейки. Цифровые технологии позволяют значительно расширить возможности нивелиров и области их применения.

В настоящее время цифровые нивелиры представлены в основном изделиями зарубежных фирм: Sokkia (Япония), Trimble (США), Pentax (Япония) и др.

Катетометры. Для визирной трубы катетометра рабочей мерой является миллиметровая шкала стойки штатива. Катетометры имеют визирную трубу, перемещающуюся по вертикальному штативу; устройство для установки трубы в горизонтальное положение; шкалу и отсчетное устройство (микроскоп, нониус и лупу). При измерении визирная труба наводится на начало и конец измеряемого отрезка, длина которого определяется по шкале перемещения трубы.

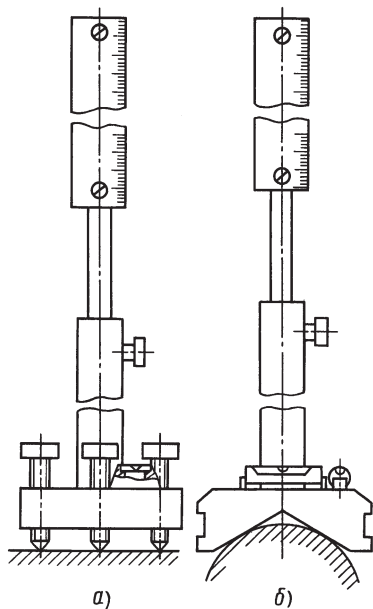


Рис. 7.17. Нивелирные малогабаритные рейки на специальных подставках для установки на плоскую поверхность (а) и на валы (б)

7.28. Технические характеристики современных оптических нивелиров

Технические характеристики	4Н-2КЛ (Россия)	3Н-2КЛ (Россия)	НИК-2 (Украина)	3Н-3КЛ (Россия)	3Н-5Л (Россия)	2Н-10КЛ (Украина)
Средняя квадратическая погрешность измерения превышений на 1 км двойного хода, мм:						
без микрометра-насадки	1,5	2,0		3,0	5,0	10,0
с микрометром-насадкой	1,0		1,5		—	
Увеличение зрительной трубы, крат	30		32	22		20
Минимальное расстояние визирования, м	1,5		—	1,2		1,5
Рабочий диапазон компенсатора, с	±15			±15	—	±20
Масса, кг	2,0		1,9	1,5	1,4	—
Масса в футляре с инструментом и чехлом, кг	3,0		—	2,8	3,0	—
Габаритные размеры, мм	220 × 134 × 180	200 × 135 × 210	165 × 140 × 135	148 × 134 × 126		

П р и м е ч а н и я. 1. Стандартный комплект: нивелир, запасные части, инструмент, приспособления, инструкция, футляр для переноски.

2. Призмальная насадка на нивелир предназначена для построения вертикальных плоскостей на строительных площадках и при изысканиях.

3. Насадкой оптический микрометр НОМ для нивелира служит для повышения точности измерений превышений.

Катетометры обеспечивают небольшую погрешность измерений (до 20 мкм), но несколько громоздки из-за больших массы и размеров штатива. Поэтому их применяют только в тех случаях, когда нивелиры не обеспечивают заданной точности контроля.

7.5. Приборы для измерения углов

Угломеры. Угломеры с нониусом выпускают трех модификаций: типа 2 (рис. 7.18, а); типа 1 (рис. 7.18, б) и типа 4 (рис. 7.18, в). Основными производителями указанных приборов являются оте-

чественные предприятия КРИН, «Эта-лон», «Калибр» и некоторые другие.

В универсальном угломере типа 2 основание 1, по которому перемещается нониус 2, имеет наружную цилиндрическую и внутреннюю коническую поверхности. Закрепление нониуса 2 в заданном положении осуществляют стопором 3. К сектору 4 с помощью державки 8 прикреплен угольник 7, а к нему такой же державкой 8 — съемная линейка 6. Сторона угольника 7 или линейки 6 является одной измерительной поверхностью, а сторона линейки 5 — другой. В угломерах типа 1 (рис. 7.18, б), кото-

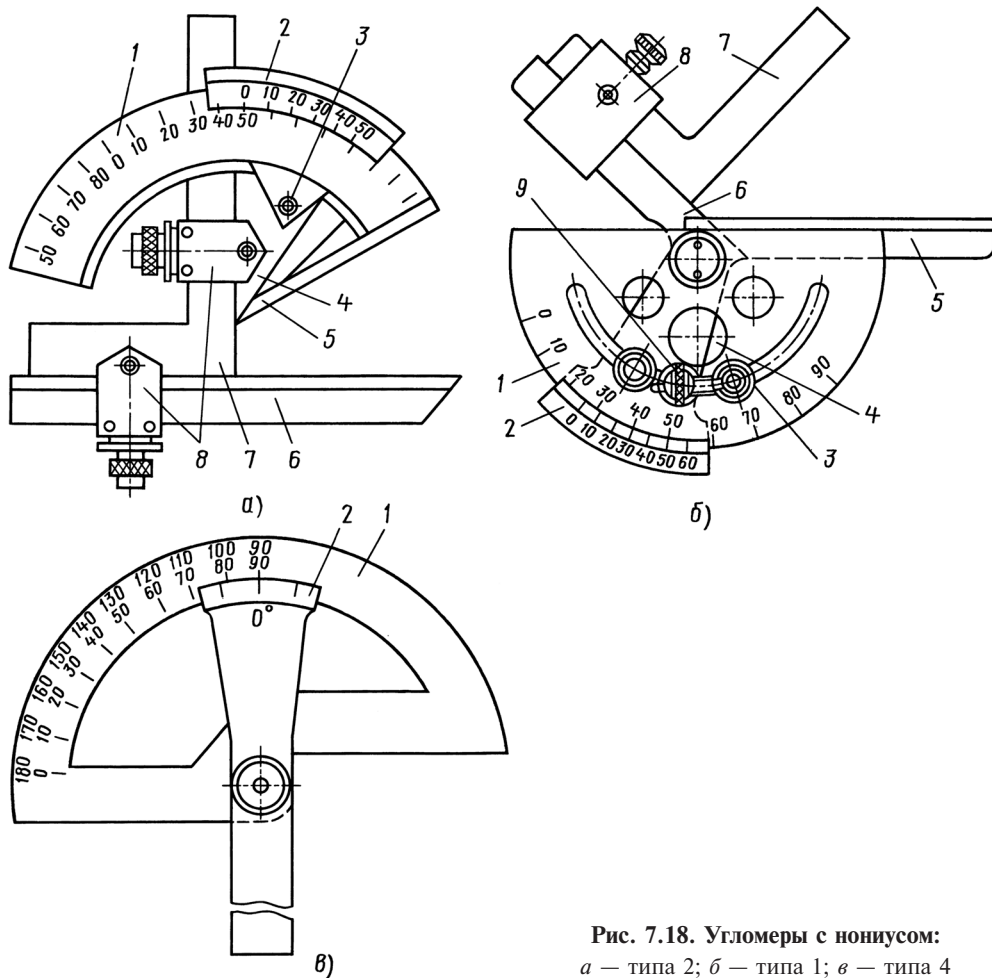


Рис. 7.18. Угломеры с нониусом:

а — типа 2; б — типа 1; в — типа 4

рые называют транспортирными, неподвижная линейка 5 есть продолжение основания 7. Поворачивающаяся линейка 6, к которой с помощью державки 8 прикреплен угольник 7, жестко связана с сектором 4. Нониус 2 имеет узел микроподачи 9 и стопор 3.

В *угломере типа 4* (рис. 7.18, в) предусмотрена подвижная линейка, перемещающаяся относительно основания 1; на конце линейки расположен нониус 2.

Оптические угломеры ОУ имеют лимб с ценой деления 1° и сетку с ценой деления $5'$. Показания снимают через встро-енную лупу.

Маятниковые угломеры ЗУРИ-М изготавливают по ТУ 2-03-666—77. Их принцип действия основан на отклонении маятника при изменении положения угломера в вертикальной плоскости. Технические характеристики угломеров приведены в табл. 7.29.

Уровни. По принципу действия различают ампульные и маятниковые уровни. В ампульных уровнях отклонения основания уровня от горизонтальной плоскости регистрируют относительно

положения пузырька воздуха в специальной цилиндрической ампуле и некоторой кривизной продольной оси. Промышленность выпускает брусковые и рамные ампульные уровни.

Цена деления ампульных уровней обычно выражается в долях миллиметра на 1 м, причем цене деления 0,01 мм/м соответствует угол наклона основания уровня $2''$. Предприятия — изготовители уровней — «Калибр», ЗАО «Челябинский инструментальный завод» и др.

Брусковые уровни (ГОСТ 9392—89) предназначены для измерения малых отклонений поверхностей оборудования от горизонтальности. Технические характеристики брусковых уровней приведены в табл. 7.30.

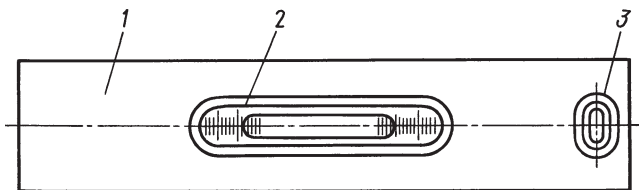
Брусковые уровни выпускают регулируемые. У них при необходимости можно менять ампулу с последующей регулировкой ее положения. Технические характеристики строительных уровней брускового типа приведены в табл. 7.31.

Удобны в применении брусковые уровни с микрометрической подачей

7.29. Технические характеристики угломеров

Угломер	Тип	Цена деления, '	Пределы измерений углов, °		Размеры измерительных поверхностей, мм		Допус- каемая погреш- ность, '
			наруж- ных	внутрен- ных	длина, не менее	ширина	
С нониусом для измерения на- ружных углов	1	2	—				±2
		5	0...180	—	60	3,5	±3
	4	15					±15
С нониусом для измерения на- ружных и внут- ренних углов	2			40...180	50	3,0	±2
Оптический	УО	5			30...180	150...300	2,5...3,5
Маятниковый	ЗУРИ-М	60	0	−0,36	—		60

7.30. Технические характеристики брусковых уровней



1 — корпус; 2 — основная ампула; 3 — установочная ампула

Параметр	Модель			
	108	112	117	
Цена деления основной ампулы, мм/м	0,15		0,02	0,05
Длина рабочей поверхности, мм	100	200	200 (250)	
Отклонения средней цены деления, мм/м	±0,1	±0,02	±0,04	±0,0075
Масса, кг	0,55	1,07	1,56	
Параметр	Модель			
	118	118-1	118-2	118-3
Цена деления основной ампулы, мм/м	0,02	0,05	0,10	0,15
Длина рабочей поверхности, мм	200			
Отклонение средней цены деления, мм/м	±0,04	±0,0075	±0,015	±0,02
Масса, кг	1,4			

ампулы (ГОСТ 11196–74). С помощью этой подачи при любом положении основания уровня ампулу устанавливают в горизонтальное положение, а ее перемещение отсчитывают по микрометрической головке, что позволяет расширить диапазон измерения.

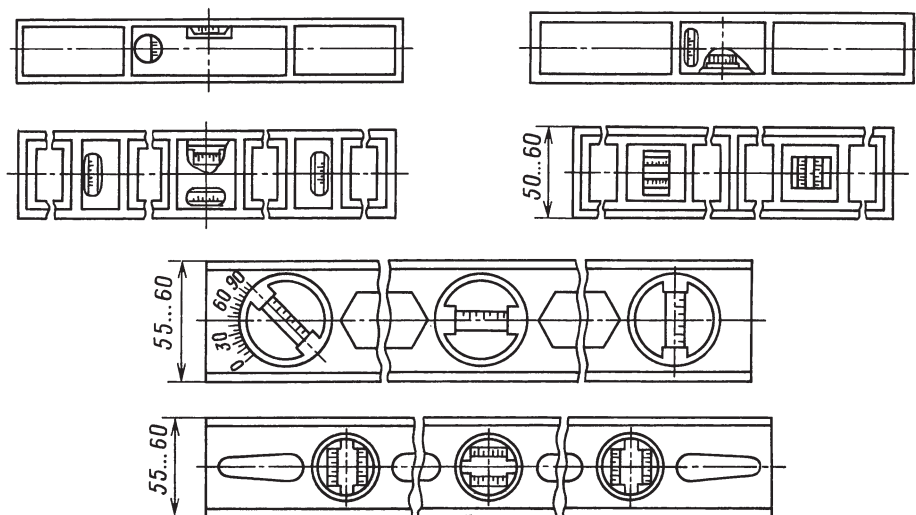
Эти уровни имеют оптическую систему для наблюдения за установкой пузырька в горизонтальное положение, что дает возможность с большой точностью проводить отсчет (табл. 7.32).

Микрометрический уровень мод. 110 имеет основную ампулу камерного типа с регулируемой длиной пузырька, что позволяет работать в различных темпера-

турных условиях. Отсчет показаний может проводиться как по шкале микрометрической головки, так и в небольших пределах по шкале основной ампулы.

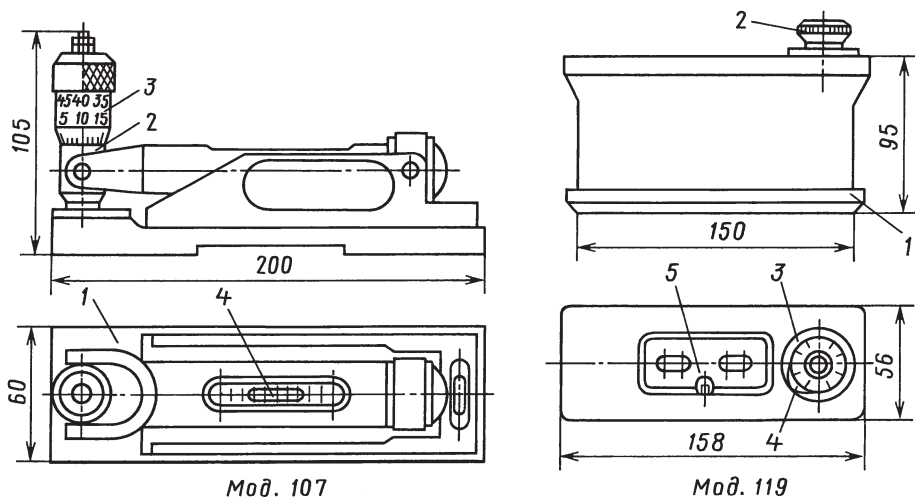
Рамные уровни (ГОСТ 9392–89) имеют корпус в виде квадрата и предназначены для контроля как горизонтального, так и вертикального расположения поверхностей. Призматические выемки для установки уровней на валы предусмотрены на нижней, верхней и одной из боковых измерительных поверхностей. Рамный уровень мод. 122 приспособлен для применения сменных ампул с последующей их регулировкой (табл. 7.33).

7.31. Технические характеристики строительных уровней типа УС



Тип уровня	Ис- полне- ние	Длина уров- ня, мм	Масса, кг	Длина ампу- лы, мм	Группа уровней				Число ампул	
					I		II и III		основ- ных	уста- новоч- ных
					Цена деления ампулы					
					‘	мм/м	‘	мм/м		
УС1	—	230	0,12	23	—		15	4,4	1	
УС2		300	0,24							
УС3		500	0,48		6	1,8			2	2
УС4	УС4-1	300	0,32	—		10	2,9			
	УС4-2	500	0,65	6	1,8		1			
УС5	УС5-1	300	0,32	—		10			2,9	
	УС5-2	500	0,52	6	1,8				2	4
УС6	УС6-1	750	0,72	4	1,2					
	УС6-2	1250	1,20	2	0,6					

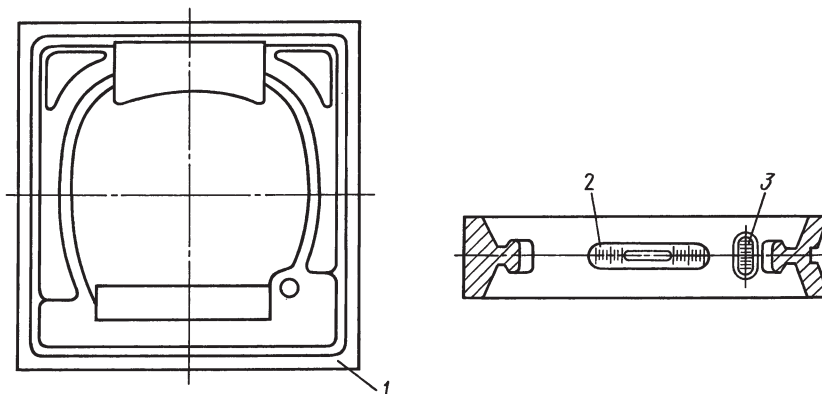
7.32. Технические характеристики уровней с микрометрической подачей ампулы



1 — основание; 2 — микрометрический винт; 3 — отсчетное устройство;
4 — основная ампула; 5 — оптическое устройство совмещения концов ампулы

Параметр	Модель			
	107	110	119	120
Цена деления основной ампулы, мм/м	0,01		0,1	
Диапазон измерений, мм/м	± 10		± 30	
Размер опорной поверхности, мм	150 × 50	150 × 45	210 × 60	200 × 45
Допускаемая погрешность измерений, мм/м, в диапазоне:				
± 1	—	$\pm 0,01$	—	
± 10	$\pm 0,02$		$\pm 0,1$	
Масса, кг	1,6	1,4	1,5	1,4

7.33. Технические характеристики рамных уровней (длина рабочих поверхностей 200 мм; разность показаний уровня при установке на основание или боковые поверхности, 1/2 деления, не более)



1 — корпус; 2 — основная ампула; 3 — установочная ампула

Параметр	Модель			
	111			113
Цена деления основной ампулы, мм/м	0,1	0,05	0,02	0,15
Отклонение средней цены деления от номинального значения, мм/м	$\pm 0,004$	$\pm 0,0075$	$\pm 0,015$	$\pm 0,02$
Отклонение от плоскостности притертых и шлифованных поверхностей, мм	0,006	0,005	0,004	0,01
Параметр	Модель			
	122	122-1	122-2	122-3
Цена деления основной ампулы, мм/м	0,02	0,05	0,10	0,15
Отклонение средней цены деления от номинального значения, мм/м	$\pm 0,04$	$\pm 0,0075$	$\pm 0,015$	$\pm 0,02$
Отклонение от плоскостности притертых и шлифованных поверхностей, мм	0,004	0,005	0,006	0,01

У уровней маятникового типа смещение маятника регистрируется датчиками и превращается в электрический сигнал, который усиливается и подается в показывающий прибор.

Уровни электронные и уровни цифровые — это одна и та же разновидность уровней со встроенным электронно-цифровым модулем (уклономером). Такое оснащение помимо пузырьковых цилиндрических уровней позволит не только измерить горизонтальность или вертикальность конструкции, но и получить или отложить данные (спланировать уклон) по показаниям на дисплее. В зависимости от производителя и модели электронного уровня это могут быть градусы, миллиметры, секунды и т.д. Электронные уровни представлены в основном продукцией зарубежных фирм.

Заводом «Калибр» (Москва) разработаны уровни мод. 128, 129 и 152 (табл. 7.34).

Электронный уровень мод. 128 (рис. 7.19) имеет цифровой отсчет и широкий диапазон измерения, обладает повышенным быстродействием. Ком-

плект уровня содержит преобразователь (датчик) 1, электронный блок 3 и соединительный кабель 2 длиной 5 м. Для работы в условиях вибрации уровень снабжен фильтрами. Применяя два уровня, можно измерять отклонение углов наклона двух поверхностей и их положение относительно горизонта.

Индуктивный уровень мод. 129 имеет преобразователь с микрометрическими барабанами. Отсчет можно проводить как по шкале барабана, так и по показывающему прибору.

Дифференциальный индуктивный уровень мод. 152 предназначен для непосредственного или дистанционного измерения углов наклона поверхностей относительно горизонта или базовой поверхности оборудования, а также для измерения угла наклона двух поверхностей относительно друг друга. Уровень состоит из двух преобразователей и электронного блока с отсчетным устройством.

Квадранты (оптические и механические) предназначены для измерения углов наклона плоских и цилиндрических

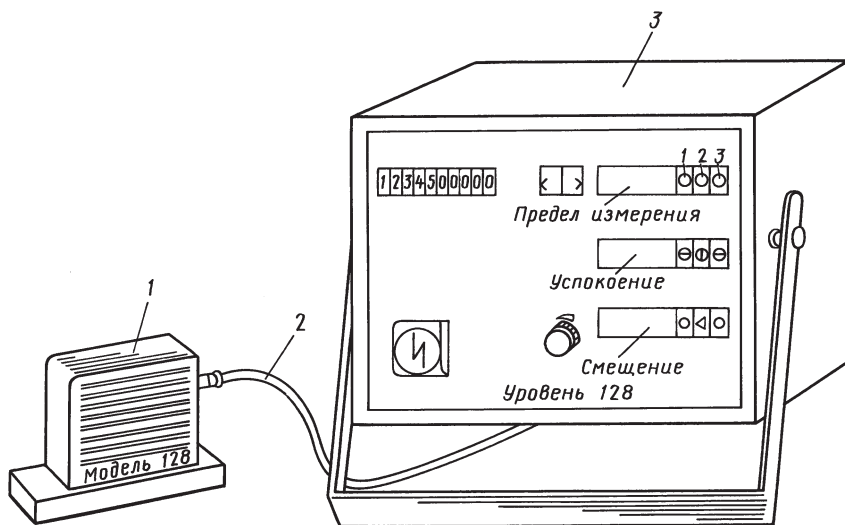


Рис. 7.19. Электронный уровень мод. 128 завода «Калибр»

7.34. Технические характеристики электронных уровней

Параметр	Модель											
	128			129				152				
Цена деления, ":	1	2	5	2	4	10	20	2	4	10	20	
показывающего устройства												
шкалы барабана	40											
Диапазон измерений, ":												
по шкале показывающего прибора	±1000	±2000	±5000	±50	±100	±240	±480	±50	±100	±240	±480	
по шкале барабана	±100											
Погрешность, делений шкалы, не более: показывающего прибора при работе с преобразователями:												
	±(1+0,01α)*	±(2+0,01α)*	±(5+0,01α)	±1								
	двумя				—				±2			
при отсчете по шкале барабана преобразователя	1											
Масса, кг:												
преобразователя		2,5		1,0				2,0				
электронного блока		8,5		5,0				5,8				
* α — показания прибора.												

* α — показания прибора.

поверхностей и для их установки под заданным углом к горизонтальной плоскости. Квадранты конструктивно объединяют угломер с уровнем, что позволяет значительно расширить пределы измерений. Ведущий производитель квадрантов — Новосибирский приборостроительный завод.

Квадранты механические с уровнем исполнения К-1 (ГОСТ 10908—75) рассчитаны на измерение и установку углов наклона в вертикальной плоскости от 0 до 90°. Они имеют большую погрешность измерений, и их применяют значительно реже оптических квадрантов. Технические характеристики оптических квадрантов (ГОСТ 14967—80) даны в табл. 7.35. Квадрант КО-60М имеет магнитное основание для крепления на ферромагнитной основе.

Технические характеристики механического квадранта К-1

Диапазон измерения углов, делений угломера	0-00...15-00
Цена деления:	
шкалы зубчатого сектора, делений угломера	25
направляющей дуги, делений угломера	0-00...5 (1/2 дел. угломера)
ампулы уровня, "	60 ± 6
Погрешность показаний квадранта при измерении любых углов от 0 до 90° (0-00...15-00 делений угломера), делений угломера	±0,5
Масса, кг:	
прибора	1,13
прибора с принадлежностями и футляром	2,05

Синусные линейки (ГОСТ 4046—80) предназначены для измерения наружных углов 0...45°. Основной частью линейки является рабочий столик с двумя цилиндрическими роликами на концах. Для настройки линейки под один из роликов помещают блок концевых мер длины определенного размера. Линейки рассчитаны на контроль угловых шаблонов, угольников, конусов, а также других изделий. Контроль осуществляется путем измерения отклонения поверхности изделия от параллельности поверх-

ности плиты, по которой перемещают стойку с индикатором.

Синусные линейки (табл. 7.36) выпускают типа ЛС — без опорной плиты; типа ЛСО — с опорной плитой с одним наклоном и типа ЛСД — с опорной плитой с двумя наклонами (в продольной и поперечной плоскостях).

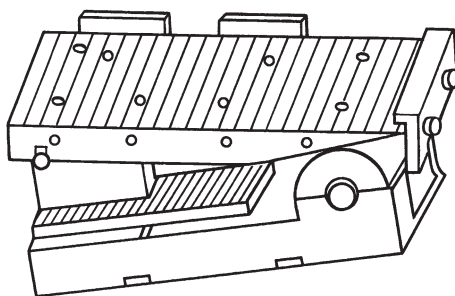
Автоколлиматоры (производитель приборов НПЗ) предназначены для визуального измерения углов и непрямолинейности направляющих, для определения взаимного углового расположения осей и плоскостей в пространстве. Двухкоординатная окулярная головка позволяет одновременно проводить измерения в двух плоскостях без дополнительной настройки. Технические характеристики автоколлиматоров унифицированных приведены в табл. 7.37.

Теодолит предназначен для измерения горизонтальных и вертикальных углов. Он является одним из часто используемых измерительных приборов на любой строительной площадке. Наиболее широкое применение нашли теодолиты при подготовке и выполнении работ по монтажу оборудования и конструкций, а также для приемки геодезической основы строительной части зданий и фундаментов под монтаж.

Различают несколько важнейших типов теодолитов: *механический* — теодолит

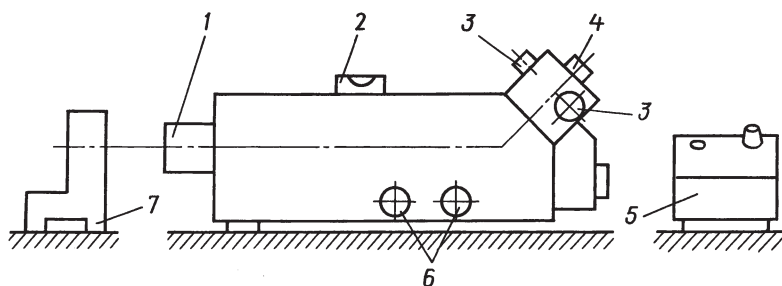
7.35. Технические характеристики оптических квадрантов

Параметр	КО-10	КО-60М
Предел основной допускаемой погрешности, угл. секунд	± 10	± 30
Диапазон измерений углов по лимбу, °	0...360	± 120
Цена деления:		
шкалы отсчетного устройства, "	10	60
шкалы основного уровня, "	15	30
шкалы лимба, '	20	60
наружной шкалы, °	5	1
Диапазон рабочих температур, °С	-50...+50	
Габаритные размеры, мм, не более	165 × 120 × 165	155 × 90 × 160
Масса, кг, не более	4	3,5

7.36. Технические характеристики синусных линеек

Параметр	Тип ЛС			Тип ЛСО		Тип ЛСД	
Расстояние между осями роликов, мм	100	200	300	200	100	200	300
Ширина, мм	60	120	90	60		145	180
Допускаемая погрешность при установке под углом до 45° для линеек класса точности:							
1	6	5	6	10		5	
2	10	8	10	12	5	15	

7.37. Технические характеристики унифицированных автоколлиматоров АКУ, АКТ



1 — объектив; 2 — накладной уровень; 3 — компенсатор; 4 — окуляр; 5 — блок питания;
6 — механизм регулирования; 7 — зеркало

Параметр	АКУ-0,2	АКУ-0,5	АКУ-1	АКТ-15	АКТ-60
Цена деления, "':				—	
секундной шкалы	0,2	0,5	1		
минутной шкалы	10	30	60		
автоколлимационной сетки	—			15	60
Максимальное рабочее расстояние от объектива до зеркала, м	30	25	20	25	5
Диапазон измерения, ', не менее:					
при расстоянии от объектива до зеркала до 0,7 м	10	20	40	±25	±22
то же, до 2,0 м			22	±20	±5
при максимальном рабочем расстоянии	2,0	1,8	1,0	±1,8	±2
Предел основной допустимой погрешности, "':					
при однокоординатных измерениях	1,5	3	5	10	45
при двухкоординатных измерениях	3	6	10	15	60
Видимое увеличение, крат	58	29	14,5	23	5,6
Диаметр входного зрачка, мм	56	50	30	50	20
Угловое поле оптической системы в пространстве, °	1 ± 0,1	2 ± 0,2	4 ± 0,4	1°40'	7

Окончание табл. 7.37

Параметр	АКУ-0,2	АКУ-0,5	АКУ-1	АКТ-15	АКТ-60
Предел регулирования визирной оси:					
в горизонтальной плоскости, °, не менее	±1		Не ограничен	2	—
в вертикальной плоскости, ″, не менее	40			40	
Расстояние от основания до оси объектива, мм	100			—	
Предел фокусировки:					
окулярной части, мм	—			50	—
объектива, диоптрий				—	±2,5
Габаритные размеры, мм	535 × 130 × × 145	430 × 130 × × 145	300 × 130 × × 145	450 × 70 × × 130	240 × 120 × × 38
Масса, кг, не более	4,6	3,8	2,2	4,1	0,63

с механической системой наведения и прицеливания (без оптических и электронных компонентов); *оптический* — наиболее распространенный вид теодолитов, который имеет в составе оптическое отсчетное устройство; *электронный* — теодолит, оснащенный микропроцессором и дисплеем для вычисления и запоминания координат точек на местности.

Общие технические условия на оптические теодолиты регламентируются ГОСТ 10529–96. Выделяют высокоточные (Т1), точные (Т2 и Т5) и технические (Т15, Т30 и Т60) теодолиты. Точность теодолита характеризуется средней квадратической ошибкой измерения угла одним приемом в лабораторных условиях: для высокоточных — менее 1,5″, для точных — 1,5...10″ и технических — более 10″.

В зависимости от применения и конструктивных особенностей теодолитов они выпускаются в следующих исполнениях:

- с уровнем при вертикальном круге;
- с компенсатором угла наклона (вводится буква К);
- с автоколлимационным окуляром (А);
- маркшейдерские (М);
- электронные (Э).

Если теодолит снабжен зрительной трубой прямого изображения, то к его обозначению добавляется буква П, если же марка теодолита имеет в своей конструкции сочетание нескольких исполнений, то в обозначение его должны вводиться все их признаки. И наконец, если изменяется модификация теодолита, то перед его условным обозначением указывается порядковый номер модели.

Примеры:

1) теодолит с компенсатором при вертикальном круге и со средней квадратической ошибкой измерения угла 5,0″ обозначается так: Т5К;

2) теодолит третьей модификации с компенсатором при вертикальном круге

со средней квадратической ошибкой измерения угла $5,0''$ и зрительной трубой с прямым изображением — 3Т5КП;

3) теодолит третьей модификации со средней квадратической ошибкой измерения угла $2,0''$, компенсатором при вертикальном круге автоколлимационный — 3Т2КА;

4) теодолит третьей модификации со средней квадратической ошибкой измерений угла $5,0''$ электронный — 3Т5Э.

В соответствии с назначением теодолит является угломерным прибором, конструкция которого должна содержать в себе различные устройства, позволяющие однозначно измерять горизонтальные и вертикальные углы.

Всю конструкцию теодолита можно разбить на три основных блока (устройства): наведения, ориентирования и измерения.

Назначение устройств наведения заключается в обеспечении надежного наведения визирной оси зрительной трубы на объект наблюдений (визирную цель). Роль устройств ориентирования состоит также в однозначном ориентировании осей теодолита в гравитационном поле Земли и сохранении этого в течение определенного промежутка времени. И, наконец, рабочие меры предназначены для измерения горизонтального и вертикального углов. Эти рабочие меры входят в конструкцию теодолита.

Основными частями теодолита являются зрительная труба, осевые системы, уровни (компенсатор), горизонтальный и вертикальный круги (лимбы), отсчетные устройства и оптические центры.

В последние годы отечественной промышленности (ПО «УОМЗ») разработаны и выпускаются различные модификации наиболее востребованных в промышленном строительстве точных и технических теодолитов — серий 3Т и 4Т, способствующих усовершенствованию и унификации их конструкций, повышению производительности измерений.

Теодолиты серии 3Т удобны и надежны в работе. Наличие компенсатора при

вертикальном круге позволяет проводить измерения быстро и точно. В отличие от зарубежных аналогов эти теодолиты дают возможность выполнять работы при более низких температурах. Приборы можно использовать для геометрического нивелирования (горизонтальным лучом). На все теодолиты серии 3Т можно установить светодальномеры различных конструкций ПО «УОМЗ». Приборы могут комплектоваться геодезическим штативом типа ШР-160, встроенным оптическим центриром, а также фонарем для подсветки шкалы микроскопа. Технические характеристики теодолитов серии 3Т приведены в табл. 7.38.

Стандартный комплект: теодолит, шпилька, большая отвертка, малая отвертка, наклейка, юстировочный ключ, паспорт, футляр.

Теодолиты серии 4Т предназначены для измерения горизонтальных и вертикальных углов и расстояний нитяным дальномером, а также нивелирования с помощью уровня на трубе, определения магнитных азимутов по буссоли.

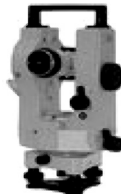
В основном они применяются при производстве тахеометрических и теодолитных съемок и других работах, не требующих высокой точности. Эти теодолиты компактны и просты в работе.

Теодолиты серии 4Т позволяют снимать отсчет с помощью шкалового микроскопа, работать трехштативным способом благодаря съемной подставке со встроенным оптическим центриром.

Отличаясь малыми размерами и массой, удобством в работе и быстротой снятия показаний с лимбов, теодолиты серии 4Т успешно применяются в промышленном строительстве и инженерных изысканиях.

Приборы могут комплектоваться геодезическим штативом типа ШР-140, встроенным оптическим центриром, буссолью, а также фонарем для подсветки шкалы микроскопа. Технические характеристики теодолитов серии 4Т приведены в табл. 7.39.

7.38. Технические характеристики теодолитов серии 3Т

Параметр	3Т2КП	3Т2КА	3Т5КП
			
Средняя квадратическая погрешность измерения одним приемом угла, ″:			
горизонтального	2,0		5,0
вертикального	2,4		
Увеличение зрительной трубы, крат	30		
Световой диаметр объектива, мм	40		
Наружный диаметр оправы объектива, мм	48		
Поле зрения	1°35′		
Наименьшее расстояние визирования, м	0,9		
Диапазон работы:			
компенсатора при вертикальном круге, ′	±3		±5
самоустанавливающегося индекса вертикального круга, ′	4		5
Цена деления шкалы отсчетного микроскопа, ″	1		
Погрешность отсчета, ″	0,1		
Масса теодолита, кг:			
с подставкой	4,7		4,3
с футляром	9,2		—
Габаритные размеры теодолита, мм	—		345 × 183 × 123
Диапазон рабочих температур, °С	—40...+50		

7.39. Технические характеристики теодолитов серии 4Т

Параметр	4Т30П 	4Т15П 
Средняя квадратическая погрешность измерения одним приемом угла, ″:		
горизонтального	20	15
вертикального	30	
Увеличение зрительной трубы, крат	20	
Наружный диаметр оправы объектива, мм	38	—
Поле зрения, °	2	
Наименьшее расстояние визирования, м	1,2	
Цена деления:		
шкалы отсчетного микроскопа, ″	5,0	10,0
шкалы микрометра, ″	—	10
уровня при алидаде, ″		45
уровня на трубе, ″		20
лимбов, °	1,0	—
оптического центрира, крат	1,8	
Коэффициент нитяного дальномера	100	
Габаритные размеры прибора, мм	140 × 130 × 230	110 × 157 × 225
Масса теодолита в футляре, кг	3,8	3,5
Диапазон рабочих температур, °С	−40...+50	

Стандартный комплект поставки: прибор, шпилька, отвертки, паспорт, футляр.

Электронный теодолит — современный прибор для измерения углов. При использовании электронных теодолитов проще исключить человеческий фактор — ошибку при снятии отсчета, так как значения углов выводятся на дисплей прибора. Практически на всех моделях электронных теодолитов уста-

удобнее работать, несложно обучаться использованию.

В настоящее время электронные теодолиты представлены в основном изделиями зарубежных фирм: Sokkia (Япония), Trimble (США), Pentax (Япония), Leica (Швейцария) и др., из отечественных приборов — теодолит 2Т5Э (ПО «УОМЗ»). Ниже приведены технические характеристики электронного теодолита 2Т5Э.

Технические характеристики электронного теодолита 2Т5Э

Средняя квадратическая погрешность измерения одним приемом угла, ″:

горизонтального	5
вертикального	5

Диапазон измерения, °:

зенитного расстояния	45...135
вертикального угла	+45...—45

Зрительная труба:

увеличение, крат	30
угол поля зрения	1°30′
диапазон визирования, м	1,0...∞
изображение	Прямое

Источник питания:

напряжение, В	6,5...8,5
потребляемая мощность, Вт	1,5
время заряда, ч	1,5

Диапазон рабочих температур, °С —20...+50

новлен двусторонний дисплей, есть функции «задержки» результата, подсветки или обнуления горизонтального круга. Как правило, надежные электронные теодолиты снабжены дополнительным коммуникационным портом для подключения внешних накопителей. Некоторые модели теодолитов оснащаются лазерным целеуказателем для выполнения разбивочных работ и проверки вертикальности сооружений. С электронным теодолитом проще и

Тахеометр — оптико-электронный геодезический прибор (объединяющий в себе теодолит и дальномер), позволяющий проводить любые угломерные измерения одновременно с измерением расстояний и по полученным данным выполнять инженерные вычисления, сохраняя всю полученную информацию в памяти инструмента или передавая ее на персональный компьютер для дальнейшей обработки. Тахеометр дает возможность также выносить проектные

точки в натуру, рассчитывать площади и объемы участков, измерять неприступные высоты, измерять и рассчитывать координаты, проводить измерение горизонтальных проложений, наклонных расстояний и превышений точек и т.д.

Можно выделить несколько типов тахеометров: *авторедуционный* — тахеометр, позволяющий определять превышения и горизонтальные проложения расстояний по горизонтальной рейке при помощи дальномера двойного изображения; *внутрибазный* — тахеометр с базой при приборе для определения непосредственного горизонтального проложения расстояний или превышения по измеренному углу; *круговой* — повторительный теодолит с цилиндрическим уровнем при алидаде вертикального круга и нитяным дальномером; *номограммный* — тахеометр, определяющий превышение и горизонтальные проложения расстояний по вертикальной рейке и номограмме, видимой в поле зрения трубы.

В настоящее время известными мировыми производителями: Nikon (Япония), Trimble (США), Sokkia (Япония), Topcon (США), Pentax (Япония) — выпускаются тахеометры разных классов точности с разными функциональными возможностями и для разных задач. Отечественные производители представле-



Рис. 7.20. Тахеометр 3ТА5Р2

ны главным образом тахеометрами ПО «УОМЗ»: 3ТА5Р, 3ТА5Р2 (рис. 7.20), 4ТА5. Ниже приведены характеристики одного из этих приборов.

При значительном расстоянии от струны до контролируемых точек для измерений применяют специальные *оптические центрирующие приборы* «ОЦП-Зенит», разработанные в МИИГАиКе, или приборы FG-L производства Carl Zeiss Jena (Германия).

Технические характеристики тахеометра 3ТА5Р2

Увеличение зрительной трубы, крат	30
Ошибка измерения, "	5
Дальность измерения:	
без отражателя	Нет
до одной призмы, м	1000
Объем встроенной памяти	РСМСІА-карта
Диапазон действия компенсатора, мм	Двухосевой ± 3
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+50
Класс пылевлагозащиты	Нет
Габаритные размеры, мм.	352 × 157 × 178
Масса, кг	5,6

7.6. Приборы для контроля формы и расположения поверхностей

Лазерные приборы и основанные на них лазерные технологии нашли широкое применение в различных областях науки и техники. Сегодня является нормой применение лазерных приборов в строительстве при всевозможных измерениях и, в частности, при контроле отклонений формы и расположения монтируемых элементов машин и строительных конструкций. Точность лазеров и их функциональные свойства сильно облегчили весьма трудоемкие операции. Лазерные приборы составляют серьезную конкуренцию традиционным измерительным приборам и инструментам: нивелирам, теодолитам, рулеткам, уровням и отвесам.

Применение лазеров в строительстве в качестве измерительных и геодезических приборов обусловлено их высокими характеристиками. Световой луч лазера обладает уникальными характеристиками, которых не наблюдается ни у одного другого источника света. Световая точка, находящаяся на расстоянии нескольких десятков метров от лазера, имеет такой размер, что исходная точка или, по крайней мере, ее центр точно совпадает с центром самого лазерного луча. Это означает отсутствие кривизны, являющейся характерным недостатком многих оптических приборов. Благодаря оптической системе лазерный луч может быть уплотнен, расщеплен на несколько лучей; при этом каждый из них направлен в определенную, отличную от других, сторону. Таким образом, лазерный прибор может формировать одновременно несколько скоординированных точек, линий, а также пробегать все четыре стороны прямоугольника.

Среди существующих лазерных приборов могут быть выделены:

- измерительные системы для проверки узлов оборудования и конструкций, включающие в себя лазерные геодезические приборы и приборы для

контроля отклонений от плоскостности, параллельности, перпендикулярности, соосности и расположения поверхностей;

- приборы для измерения линейных размеров;
- дальномеры;
- контурные измерительные системы;
- измерители перемещений.

Применяемые при монтаже машин и агрегатов конструкции лазерных геодезических приборов в зависимости от вида работ, выполняемых с их применением, делятся на четыре группы: визиры, нивелиры, теодолиты и дальномеры.

Лазерными визирами называются приборы, позволяющие задавать оптическим лучом определенное направление в пространстве — опорную линию (реперную ось), относительно которой проводят необходимые измерения.

На рис. 7.21 изображен достаточно широко применяемый отечественный лазерный визир ЛВ-5М (в настоящее время снят с производства). Конструкция прибора максимально приближена к конструкциям теодолитов.

Из современных лазерных визиров распространены визиры марки ЛИМКА производства ООО «Лазерные прибо-

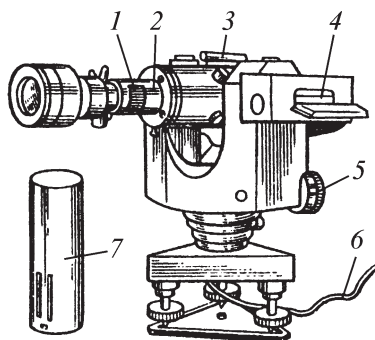


Рис. 7.21. Лазерный визир ЛВ-5М:

1 — коллиматор; 2 — узел фокусировки; 3 — оптический визир; 4 — уровень; 5 — винт установки наклона; 6 — кабель; 7 — кожух коллиматора

ры» (Новосибирск). Визир ЛИМКА-ЛВТ устанавливается сверху зрительной трубы на теодолит 4Т30П, а визир ЛИМКА-ЛВН — на оправу зрительной трубы нивелира 3Н-5Л. Лазерные визиры излучают видимый луч и могут использоваться без приемника излучения. Их можно комплектовать поворотной пентапризмой, позволяющей строить вертикальные плоскости. Приборы выполнены в прочном металлическом корпусе, внутри которого размещены лазерный модуль с юстировочным устройством, переключатель питания и элементы питания. Благодаря юстировочному устройству лазерный луч отстраивается строго параллельно оптической оси зрительной трубы.

В последние годы в связи со стремительным развитием электронной и лазерной техники все больший спрос в строительстве находят *лазерные нивелиры*. Они позволяют обозначить плоскость горизонта или плоскость с заданным углом наклона на расстоянии до 600 м. Основой для создания этих небольших и относительно недорогих приборов послужили малогабаритные полупроводниковые лазеры.

Лазерные нивелиры — это оптико-электронные приборы. Принцип их действия простой: вращающийся со скоростью до 600 об/мин луч лазера задает плоскость, относительно которой можно осуществлять различные геометрические построения и определение места точек. Лазерное излучение обладает весьма важным свойством: малой расходимостью луча (узкая диаграмма направленности), в результате чего световое пятно на расстоянии нескольких десятков метров от прибора имеет практически такие же размеры, как и на выходе из него. Это и обеспечивает относительно высокую точность задания требуемой плоскости или направления.

Для фиксации плоскости или обеспечения точности задания направления можно использовать и обычные нивелирные рейки, и рейки, оснащенные

специальным приемником лазерного излучения — фотоэлектрическим датчиком, который при попадании на него лазерного луча сигнализирует об этом. Такие устройства позволяют значительно повысить дальность действия прибора (до 150 м в зависимости от модели), поэтому их применение желательно в случаях, когда требуется обеспечить высокую точность или увеличить расстояние нивелирования. Некоторые приемники лазерного излучения совмещены с пультом дистанционного управления лазерным нивелиром.

Выпускаемые сегодня лазерные нивелиры в зависимости от области применения можно подразделить на два класса, отличающихся мощностью лазерного излучателя, точностью и набором функциональных возможностей:

- нивелиры, предназначенные для внутренних работ, в которых обычно заложена функция задания горизонтальной и вертикальной плоскостей;

- приборы для наружных работ, когда, как правило, требуется лазер высокой мощности (следовательно, и с большей дальностью), что обеспечивает работу нескольких человек на всем участке без дополнительной перестановки прибора. В нивелирах этого типа предусмотрена возможность установки лазерной плоскости под небольшим уклоном, например для выноса в натуру плоскости полотна дороги.

По принципу действия все лазерные нивелиры классифицируют на построители плоскостей и построители направлений.

С помощью лазерных нивелиров — построителей плоскостей — можно получить горизонтальную, вертикальную или наклонную плоскость либо комбинацию из нескольких плоскостей. При пересечении с интересующей вас поверхностью образуется видимая (или невидимая — в зависимости от длины волны лазера) горизонтальная или вертикальная линия,

относительно которой и проводят измерения или осуществляют разметку.

Построители плоскостей просто незаменимы при отделочных работах. Кстати, они практически исключают применение традиционного уровня (отвеса), так как его роль может выполнять получаемая вертикальная (горизонтальная) линия. В зависимости от конструкции построители плоскостей подразделяют на два типа: ротационные (лазерный луч работает в режиме вращения или сканирования) и статические (неподвижные) приборы. Их сравнительные характеристики приведены в табл. 7.40.

Ротационные построители плоскостей. Приборы этого класса задают плоскость с помощью вращающегося горизонтального луча. С целью облегчения вертикального проектирования и разбивки перпендикуляров в некоторых моделях установлена призма, расщепляющая основной луч на два перпендикулярных друг к другу. Для внутренних работ обычно применяют приборы, позволяющие на сравнительно небольшом расстоянии создать визуальное положение рабочей плоскости, от которой будут проведены измерения при разметке или установке в проектное положение монтируемых элементов.

Ротационные построители плоскостей с видимым лазерным лучом, образуя лазерную плоскость, обеспечивают исходный горизонт, который могут использовать одновременно все работающие в помещении. Приборы, у которых точность построения горизонтальной или вертикальной плоскости составляет ± 3 мм на 10 м, дальность действия с приемником — до 100 м, приводят в рабочее положение с помощью цилиндрических уровней. Более точными являются нивелиры, оснащенные компенсатором, автоматически устанавливающим плоскость в рабочее положение. Их характеризует точность установки плоскости горизонта в пределах $\pm(5...15)$ мм на 100 м и радиус действия 100...300 м.

Самые распространенные представители этого семейства построителей плоскостей — приборы LP30 и LP31 от Sokkia (Япония), обладающие высокоточным компенсатором с воздушным демпфированием, который обеспечивает стабильность лазерного луча в местах с повышенной вибрацией. Ротационный лазерный нивелир RUGBY 100 LR — высокоточный прибор от известного швейцарского производителя геодезической техники Leica Geosystems. Его отличие от других представителей этого класса — «дальнобойность», до 770 м. Из отечественных приборов — лазерный нивелир-автомат НЛ-20 и лазерный нивелир НЛ-30 (ПО «УОМЗ»).

Лазерный нивелир-автомат НЛ-20К предназначен для определения разности высот точек способом геометрического нивелирования с помощью видимого лазерного луча, развертываемого в плоскость. Прибор также рекомендуется для определения отвесных линий посредством лазерного центрира. Наличие компенсатора в сочетании с видимой лазерной линией позволяет работать с прибором одному человеку. Нивелир можно использовать при строительстве зданий, промышленных сооружений, разбивке площадок, монтаже промышленного оборудования.

Область применения нивелира НЛ-30 (рис. 7.22) — строительные, монтажные и дорожные работы, прокладка коммуникаций. В комплект поставки может входить приемник, позволяющий моментально и точно определять положение лазерной плоскости, и специальная нивелирная рейка. Лазерный нивелир — это универсальная система для определения высот, построения горизонтальной и вертикальной плоскости, обслуживаемая одним человеком. Прибор излучает красный лазерный луч в двух взаимноперпендикулярных направлениях. Один из лучей, вращаясь, образует видимую лазерную плоскость, другой проецирует видимую ортогональную линию.

7.40. Лазерные нивелиры. Сравнительные характеристики построителей плоскостей

Характеристика	Ротационные построители плоскостей с лазерным лучом		Статические построители плоскостей с лазерным лучом	
	видимым	невидимым	видимым	невидимым
Назначение	Построение горизонтальных, вертикальных или наклонных плоскостей	Построение горизонтальной плоскости в пределах 360°	Построение двух взаимно-перпендикулярных плоскостей, вертикальной и горизонтальной	Построение горизонтальной плоскости в пределах 360°
Область применения	Наружные работы: передача отметок, горизонтальная и вертикальная разбивка, контроль положения строительных элементов, монтажных элементов, определение положения наклонных конструкций. Вертикальная плоскость может работать как линия отвеса. Внутренние работы: разбивка монтажных горизонтов и осей, контроль монтажа оборудования и коммуникаций и т.д.	Наружные работы: передача отметок, горизонтальная и вертикальная разбивка, контроль положения строительных элементов, монтажных элементов, определение положения наклонных конструкций. Вертикальная плоскость может работать как линия отвеса. Внутренние работы: разбивка монтажных горизонтов и осей, контроль монтажа оборудования и коммуникаций и т.д.	Внутренние работы: разбивка рабочих горизонтов и монтажных осей вертикальных конструкций; контроль монтажа технологического и вспомогательного оборудования и коммуникаций и т.д.	Наружные работы: на строительных объектах с большой площадью работ

Окончание табл. 7.40

Характеристика	Ротационные построители плоскостей с лазерным лучом		Статические построители плоскостей с лазерным лучом	
	видимым	невидимым	видимым	невидимым
Достоинства	Диапазон получения плоскости вокруг инструмента до 360°. Высокие значения точности и дальности работы	Диапазон получения плоскости вокруг инструмента до 360°. Высокие значения точности и дальности работы	Отсутствие вращающихся частей. Небольшие масса и габаритные размеры	Отсутствие вращающихся частей. Небольшие масса и габаритные размеры
	Получение видимой плоскости, что позволяет вести работу одновременно несколькими специалистами	Широкий диапазон работы (до 300...400 м) и высокая точность измерений. Простота эксплуатации, высокая производительность. Невидимый спектр лазерного излучателя позволяет выполнять работы, не мешая другим исполнителям. Не зависят от освещения	Удобство работы, связанное с построением видимого перекрестия между плоскостями	Простота эксплуатации. Невидимый спектр лазерного излучателя позволяет проводить работы, не мешая другим исполнителям. Не зависят от освещения
Недостатки	Для визирования лазерного луча на расстоянии свыше 15 м при ярком солнечном освещении требуются дополнительные приспособления (приемники излучения, очки)	Область применения ограничена работами с использованием фотоэлектрического датчика	Использование ограничено углом развертки лазерного луча (60...130°) и мощностью лазера, разделяющейся по всей длине плоскости. Днем видимость лазерного луча ограничена	Требуется специальный приемник излучения



Рис. 7.22. Лазерный нивелир НЛ-30

Технические характеристики нивелира НЛ-30

Точность, "	30 (2 мм на 15 м)
Источник излучения	Диодный лазер, 650 нм
Диаметр луча, мм	~5
Скорость вращения, мин ⁻¹	0...350
Дальность излучения, м:	
с детектором	100
без детектора	30
Мощность лазерного излучения, мВт	2
Класс лазерной опасности	2
Продолжительность работы, ч	~20
Диапазон температур, °С	-20...+50
Масса, кг	~1,5
Напряжение питания (съёмная аккумуляторная батарея), В	4,8

Статические построители плоскостей с видимым лучом начали широко применять в строительстве сравнительно недавно. Лазерный луч в этих приборах неподвижен и развернут в плоскость с помощью цилиндрической линзы. При проецировании на препятствие образуется видимый крест от пересечения горизонтальной и вертикальной линий. Некоторые модели одновременно с горизонтальной строят две взаимно-перпен-

дикулярные вертикальные плоскости. Практически все приборы снабжены компенсаторами с магнитным или воздушным демпфированием, автоматически устанавливающими лазерные плоскости в рабочее положение. Обычный диапазон работы компенсатора в таких моделях $\pm(5...8)^\circ$, причем при наклоне прибора свыше заданных пределов предусмотрена индикация (лазерный луч отключается или начинает мигать).

Лазерные нивелиры — построители направлений — строят горизонтальный, вертикальный или наклонный луч, либо комбинацию из нескольких лучей. При пересечении с поверхностью образуется видимая точка, относительно которой и выполняют разметку либо измерения. В зависимости от поставленных задач, а также от конструкции прибора эти нивелиры можно подразделить на лазерные приборы вертикального построения, трубные лазеры и лазерные указатели направлений (табл. 7.41).

Так как лазерные приборы вертикального проектирования постоянно применяют на строительных площадках, где передача отметок ведется на значительные расстояния при ярком свете, луч прибора должен быть четко виден. Поэтому диаметр лазерного луча некоторых приборов этой группы может достигать 5 мм. В данном случае определение центра лазерной оси ведется по специальной палетке или же благодаря коге-

рентности лазерного излучения — по видимой дифракционной картине.

На российском рынке наиболее распространены лазерные приборы вертикального проектирования LVI фирмы Sokkia (Япония), прибор FG-L100, являющийся аналогом известного PZL-100 (выпускался в прошлом немецкой фирмой Carl Zeiss Jena), и прибор «ЛИМКА-Зенит» производства ООО «Лазерные приборы» (г. Новосибирск).

Трубные лазеры также называют *лазерными указателями уклона*. В большинстве случаев лазерный луч (диаметр которого у многих моделей может быть до 50 мм) в этих приборах играет роль оси трубопровода. Совмещение лазерной оси и оси трубы при монтаже происходит с помощью специальных марок (мишеней), которые центрируются в трубе и позволяют более четко определить положение лазерного луча. Особенность таких приборов — возмож-

7.41. Лазерные нивелиры. Сравнительные характеристики построителей направлений

Характеристика	Лазерные приборы вертикального проектирования	Трубные лазеры	Лазерные указатели направлений
Назначение	Задание направления вертикального лазерного луча в зенит и наدير	Задание направления, относительно которого будут проводить укладку трубопровода	Измерение, задание и контроль углов в строительстве, при монтаже оборудования и конструкций
Область применения	Наружные работы: для передачи планового положения характерных точек разбивочных и основных осей на новый строительный горизонт; для проверки вертикальности при строительстве высотных зданий и сооружений, монтаже конструкций и оборудования; в качестве линии отвеса	Наружные работы: при установке труб в уклон (в колодцах и траншеях на сыром грунте) для облегчения работ трубоукладчиков; как указатели направлений в тоннельных работах	Наружные работы: в маркшейдерии для контроля и задания направлений, при монтаже коммуникаций, проверке углов наклона различных конструкций и т.д.; задание горизонтального лазерного луча, используемого для выноса отметок и разбивки

ность задания уклона опорной лазерной линии в продольном диапазоне до 15° .

В группу лазерных указателей направлений входит большое количество лазерных строительных уровней и других приборов типа электронно-лазерного угломера LaserWinkeltronic фирмы Nedo (Германия). Их конструкция предусматривает задание как наклонного (под определенным углом), так и горизонтального направления лазерного луча. При использовании специальной насадки (пентапризмы) лазерный луч можно применить и для работы в вертикальной плоскости.

Некоторые производители выпускают комбинированные модели, имеющие несколько лучей, идущих в различных направлениях. Например, у PLS 3 от американской компании Pacific Laser Systems их три: горизонтальный луч и два вертикальных, направленных вверх (зенит) и вниз (надир); PLS 5 создает пять лучей: три горизонтальных, расположенных под углом 90° относительно друг друга, и два вертикальных (в зенит и надир).

Из отечественных лазерных указателей направлений можно назвать приборы «ЛИМКА-Горизонт 2Л» (оснащен лимбом, служащим для разметки горизонтальных углов), «ЛИМКА-Горизонт КЛ» (с компенсатором и лимбом), а также лазерный уровень УЛ2 (ПО «УОМЗ»). Последний предназначен для проверки горизонтальных и вертикальных поверхностей монтируемых элементов строительных конструкций и оборудования, а также для переноса горизонтальных, вертикальных углов и углов наклона с одних монтируемых элементов на другие. При установке на штатив лазерный уровень УЛ2 может быть использован для создания лазерной плоскости. Лазерный уровень УЛ2, укомплектованный осью с лимбом, дает возможность определять направление с точностью до 1° . Температурный диапазон работы $-20...+40^\circ\text{C}$. По степени опасности генерируемого излучения уровень относится ко II классу по Сан ПиН 5804.

В табл. 7.42 даны сравнительные характеристики применяемых в строительстве зарубежных лазерных нивелиров.

Лазерные теодолиты, или теодолиты с лазерной системой наведения — разновидность электронных теодолитов с дополнительным оборудованием. Их применяют для задания и разбивки осей промышленных объектов, а также непосредственно при монтаже оборудования для контроля точности его установки и задания технологических монтажных осей.

На визирной трубе лазерного теодолита размещены излучатель и колесо фокусировки. Необходимо навести теодолит на цель приблизительно, потом включить излучатель и визуально навестись на точку. Такая система очень удобна при плохом освещении, в темных помещениях и тоннелях. Представлены на рынке лазерные теодолиты изделиями зарубежных фирм: Sokkia, Topcon и др.

Другой более экономичный вариант — использование выпускаемых отечественными предприятиями съемных лазерных насадок (ЛН2, ЛУН-17, «ЛИМКА-ЛВТ» и т.п.) вместе с оптическими теодолитами. Лазерная насадка ЛН2 представляет собой съемное приспособление, закрепляемое на зрительной трубе оптического теодолита и служащее для генерирования узконаправленного лазерного пучка света с кольцевой структурой и перевода работы геодезического прибора в режим работы лазерного указателя. ЛН2 устанавливается на выходе из зрительной трубы прибора со стороны объектива и обеспечивает совмещение оси лазерного пучка света с визирной осью зрительной трубы геодезического прибора в направлении визирования.

Лазерные системы контроля отклонений от прямолинейности и соосности. Примером лазерной измерительной системы для контроля отклонений от прямолинейности и соосности является

7.42. Сравнительная таблица характеристик лазерных нивелиров

Характеристика	FL-200 A-N	FL 100 HA	FL 300 AS	FL 400 HA-G	Stabila LAPR-100	Stabila LAR-100	Stabila LAX-100
Диапазон работы компенсатора, °	±3,5	±5 ±1 ±5					
Точность, мм/10 м	±1,5		±0,5		— ±1 ±3		
Горизонталь, мм/10 м	—		±1	—	±3	—	
Вертикаль, мм/10 м			±1,5		—		
Дальность работы с приемником, м (диаметр)	200	600; 650	300	600	180	300	80
Время работы, ч: батарей	20	30	20	100 (4 шт. по 1,5 В)	16	До 120	30
аккумулятора	40	60	—				
Рабочие температуры, °С	−10...+45	−20...+50			Нет данных	−10...+50	Нет данных
Длина волны, нм/Класс лазера	635						
Масса, кг	2	2,5	2,1	4,1	—		

Окончание табл. 7.42

Характеристика	Agatec M10	Agatec LT 300	Agatec A510S	Agatec GAT220HV	Robotoolz RT-7690-2	Robotoolz RT-5250-2XP
Диапазон работы компенсатора, °	—	±8	±5,7		±2	±6
Точность измерения, мм/10 м	±3	±1,5			—	
Горизонталь, мм/10 м		—		±1,5	1	1
Вертикаль				±15 мм/30 м	2 мм/10 м	
Дальность работы с приемником (диаметр), м	60	300		300/40 (вертикально)	180	160
Время работы, ч: батареи	30		40			—
аккумулятора	—	160		—		
Рабочие температуры, °С		—			—10...+50	
Длина волны, нм/Класс лазера		—			635 / Class IIIA, 2	
Масса, кг	2,0	3,5	1,5	1,35	—	

лазерная центрирующая измерительная система ЛЦИС-1. Эта система предназначена для различных работ при монтаже оборудования и конструкций.

Система ЛЦИС-1 снабжена позиционно-чувствительным датчиком с блоком индикации и установочной оснасткой. Система работает на дистанциях до 100 м и обеспечивает точность центрирования $\pm 0,02$ мм на 10 м.

К приборам этого же типа относится лазерный измеритель ЛИПС-1 поперечных смещений, позволяющий контролировать отклонения от прямолинейности и соосности в диапазоне ± 3 мм на расстоянии до 100 м. Фотоэлектрическое регистрирующее устройство у этого прибора имеет чувствительность 0,05 мм.

Дальномеры. При разбивке монтажных осей и выверке крупногабаритного оборудования и строительных конструкций для измерений линейных размеров с невысокой точностью иногда используют оптические геодезические инструменты, зрительные трубы которых имеют оптический дальномер или дальномерные насадки, а также специальные оптические дальномеры.

Лазерные дальномеры — это профессиональные лазерные рулетки, служащие для определения минимальных и максимальных расстояний, а также измерения расстояний между объектами. Лазерный дальномер — это компактный прибор. Лазерная рулетка проста в использовании, приборы имеют противоударный, пыле- и влагозащитный корпус для работы в любых условиях. Лазерная рулетка помогает вести измерения в неудобных местах и из углов помещений. Законодателем мод в этом сегменте много лет является швейцарская компания Leica Geosystems, которая выпускает дальномеры как под своим именем, так и для известнейших торговых марок.

В табл. 7.43 приведены характеристики наиболее распространенных лазерных дальномеров.

Лазерные системы «Квант» (ООО «Балтех») предназначены для центрирования валов и шкивов оборудования, контроля отклонений расположения осей и плоскостей направляющих.

Зарубежные системы аналогичного назначения могут быть представлены системами фирмы Ficturlaser (Швеция).

Технические характеристики системы «Квант-Шкив-II»

Диаметр шкивов	Не ограничен
Мощность лазера, мВ	< 1
Класс лазера.	2
Длина волны (красный цвет), нм	650
Точность, мм/м	$\pm 0,5$
Диапазон самовыравнивания, °	Больше +5°
Время выравнивания, с	5
Питание, В	3 батареи АА (LR6) по 1,5
Температура, °С:	
рабочая	—10...+55
хранения	—20...+60
Масса, г.	460

Окончание табл. 7.43

Техническая характеристика	geo-Fennel EcoDist/ (Stabila LE 20)	Disto A2/ (Stabila LE 40)	Disto A3/ (Stabila LE 50)	Disto D3	Disto A5/ (Stabila LE 200)	Disto A6 Bluetooth	Disto A8 видеокамера
Сложение / вычитание	Да						
Память на последние измерения	–		19		20		30
Подсветка экрана		Да		Авто	Да		
Многофункциональная позиционная скоба / ножка	–			Да			
Возможность установки на штатив				Да			
Встроенный уровень	–		Да / нет	–	Да		
Число измерений на один комплект батарей	До 5000				До 10 000	Нет данных	До 5000
Батареи/питание	Тип крона 9 В		Тип AAA 2×1,5 В		Тип AA 2×1,5 В		
Защита от дождя/пыли	IP40		IP54				
Габаритные размеры, мм	120 × 55 × 31	124 × 55 × 31	135 × 45 × 31	125 × 45 × 24	148 × 64 × 36		
Масса с батареями, г	120	150	145	110	241	247	280
Диапазон рабочих температур, °C	0...40		–10...+50				
Длина волны, нм	635						

Технические характеристики системы Fixturlaser Colibri

Материал корпуса	Пластик ABS
Тип лазера	Диодный класс 2
Максимальное расстояние между лазерными детекторами, м . . .	1
Размер детектора, мм	10 × 10
Тип:	
дисплея	LCD 55 × 77
батарей	3 шт., 1,5 В (тип R14)
Время работы, ч (непрерывно)	24
Разрешение на дисплее, мм	0,01
Температурный диапазон, °С	0...40
Относительная влажность, %	10...90
Диапазон диаметров валов, мм	30...500
Масса системы, кг.	4,2

Лазерно-оптические системы (измерительные машины) для контроля геометрических параметров (разработки и производства фирмы ООО «Запчастинструменты-лазеры», г. Волжский). Эти системы применяются в судо- и самолетостроении, на целлюлозно-бумажных комбинатах, в машиностроении, где нужно с высокой точностью контролировать вертикальность, горизонтальность, соосность, плоскостность, прямолинейность и т.п.

Система «Лазерный горизонт 3КС» (рис. 7.23) предназначена для контроля пространственных координат, горизонтальных и вертикальных плоскостей и линий, их параллельности, перпендикулярности, соосности. Система позволяет осуществлять контроль состояния в статике и динамике, а также управление режимом работы сложных современных изделий, конструкций, технологического оборудования, специальных систем, комплексов и т.д.

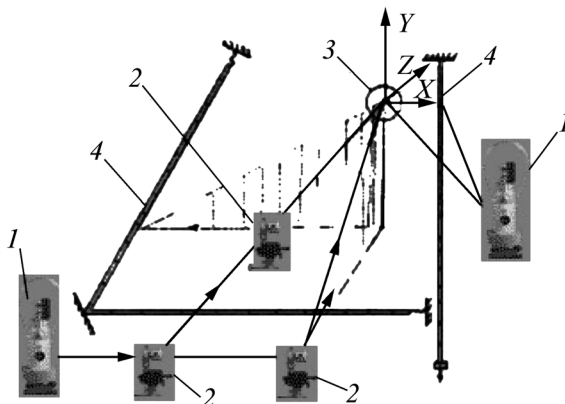


Рис. 7.23. Система «Лазерный горизонт 3КС»:

1 — лазерные нивелиры «Горизонт»; 2 — опто-механические модули пентапризм; 3 — приемник излучения (мишень); 4 — компарированные измерительные шкалы с делениями

Технические характеристики системы «Лазерный горизонт 3 КС»

Зона действия, м ³	50 × 30 × 20
Точность задания координатных плоскостей, ", не более	2
Цена деления визуального отсчета, мм	0,1
Погрешность измерительных шкал, мм/м, при 20 °С, не более	0,01
Температурный диапазон работы, °С	–10...+50
Масса комплекта, кг, не более	50

Краткая сводка свойств лазерно-оптической измерительной системы

Сенсор	Лазерный луч с жидкостным компенсатором
Время развертывания, мин	30
Размер объекта, м	До 150
Скорость измерения одной точки, с.	10
Точность измерения, мм	0,01...1/200 000
Отметка точек	Точка скрещивания лучей
Бесконтактность	Да
Сканирование	Точка за точкой по лазерному лучу в плоскости
Слежение за целью.	Нет

Глава 8

РУЧНЫЕ И ПЕРЕНОСНЫЕ МАШИНЫ

8.1. Общие сведения

Машины ручные (механизированный инструмент) — группа технологических машин со встроенными двигателями, при работе которых их масса полностью или частично воспринимается руками оператора, производящего подачу и управление машиной. Ручная машина обычно весит 1,5...10 кг. Для приведения в действие рабочего органа в ручной машине используют главным образом пневматический или электрический привод, реже гидравлический от двигателя внутреннего сгорания или порохового заряда. По назначению различают свыше 100 видов ручных машин, которые в соответствии с классификацией подразделяются на самостоятельные группы.

По назначению и области применения ручные машины подразделяются на машины: общего применения; для сборочных работ; для обработки металла и других материалов.

Машины ручные электрические широко применяются в строительстве и многих отраслях промышленности. Среди ручных электрических машин распространены сверлильные и шлифовальные машины, перфораторы, гайковерты, ножницы, резьбонарезные и другие ручные машины. Они надежны, легки и безопасны в работе.

В **ручных электрических машинах** для привода используются в основном следующие электродвигатели: коллекторные однофазного электрического тока нормальной частоты 50 Гц, напряжением 220 В; асинхронные с короткозамкнутым ротором трехфазного электрического тока нормальной 50 Гц и повышенной 200 Гц частоты напряжением соответственно 220 и 36 В.

Имея высокую частоту вращения под нагрузкой, *коллекторные однофазные электродвигатели* характеризуются высокой удельной мощностью на единицу массы. Достоинством этих двигателей является способность выдерживать кратковременные перегрузки. Работа коллекторных электродвигателей не нарушается при значительных колебаниях напряжения в питающей электросети, а также в режимах частых пусков и выключений. Ручные машины, оборудованные коллекторными однофазными электродвигателями нормальной частоты с двойной изоляцией (типа КНД), электробезопасны в эксплуатации, могут работать от сети переменного и постоянного электрического тока; для питания их не требуется громоздких трансформаторов или преобразователей частоты электрического тока.

Асинхронные электродвигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором конструктивно достаточно просты и надежны в работе, однако для их питания необходимо наличие сети трехфазного электрического тока нормальной или повышенной частоты. Высокая частота вращения ротора позволяет значительно уменьшить габаритные размеры электродвигателя и массу машины.

Для питания ручных машин с асинхронными электродвигателями требуется токоподводящий кабель большого сечения; такой кабель тяжел, имеет ограниченную гибкость, что затрудняет выполнение технологических операций.

Ручные машины с асинхронными трехфазными электродвигателями повышенной частоты тока (типа АП) не могут быть подключены к электрической сети общего пользования, для них необходима специальная сеть трехфазного тока

повышенной частоты напряжением не выше 42 В или специальные, достаточно громоздкие, в несколько раз превышающие массу собственно ручной машины источники питания — преобразователи частоты тока. Поэтому такие ручные машины преимущественно эксплуатируют в стационарных условиях, где применение преобразователей частоты тока или создание сети трехфазного тока повышенной частоты напряжением до 42 В не вызывает особых затруднений.

Ручные пневматические машины широко применяются для выполнения слесарно-сборочных и других работ при подготовке и монтаже оборудования. Использование в них пневматического двигателя, преобразующего энергию сжатого воздуха в механическую, обеспечивает безопасную работу пневматических машин во взрывоопасных местах и среде с повышенным содержанием влаги. Источником сжатого воздуха для работы пневматических машин является компрессорная установка.

Среди ручных пневматических машин распространены сверлильные и шлифовальные машины, гайковерты, рубильные молотки, бетоноломы, ножницы и др. Они надежны и безопасны в работе.

Ручные пневматические машины приводятся в действие пневмодвигателями, работающими от сжатого воздуха, поступающего по рукавам, подсоединенным к компрессорным станциям. В ручных пневматических машинах вращательного действия применяются в основном поршневые, турбинные и ротационные двигатели.

В *поршневых пневматических двигателях* возвратно-поступательное движение рабочих поршней преобразуется во вращательное движение шпинделя с помощью кривошипно-шатунного механизма или кулисных и кулачковых механизмов и пневмораспределителя. Несмотря на достаточно высокий коэффициент полезного действия, поршневые

пневматические двигатели имеют ограниченное применение в ручных машинах из-за больших массы и габаритных размеров и используются главным образом для работ, при которых требуются значительная мощность и пусковой крутящий момент при небольшой частоте вращения.

В *турбинных пневматических двигателях* кинетическая энергия сжатого воздуха преобразуется в полезную механическую работу на лопастях рабочего колеса — ротора двигателя. Несмотря на простоту конструкции, малые массу и габаритные размеры, отсутствие трущихся деталей, а следовательно, большой срок службы, турбинные пневматические двигатели имеют ограниченное применение в ручных машинах и используются в тех случаях, когда на шпинделе машины необходимо получить высокую частоту вращения и малый крутящий момент, например в сверлильных машинах с диаметром просверливаемого отверстия до 4 мм и в шлифовальных машинах с диаметром круга до 40 мм.

В качестве привода в ручных машинах наиболее широкое распространение получили *ротационные пневматические двигатели* вследствие небольших массы и габаритных размеров, простоты конструкции, легкости реверсирования, способности выдерживать перегрузки и малого расхода воздуха. Ротационные пневматические двигатели имеют в качестве рабочего органа вращающиеся пластины — лопатки переменного сечения. Для ручных пневматических машин используют ротационные двигатели мощностью 0,18...2,6 кВт с частотой вращения 3,5...350 с⁻¹.

Для ручных пневматических машин ударного действия, отбойных клепальных и рубильных молотков применяют поршневые двигатели со свободным движением поршня. Ударник, находящийся в цилиндре двигателя, под действием сжатого воздуха, поступающего

поочередно то в одну, то в другую сторону цилиндра, совершает возвратно-поступательное движение.

При движении в одну сторону ударник в конце своего хода ударяет по хвостовику рабочего инструмента (зубила, обжимки и т.п.).

Все виды ручных машин и механизмов разделены на группы в соответствии с их назначением и важнейшими конструктивными особенностями. Каждая ручная машина отечественного производства имеет свой индекс. Индекс состоит из двух частей: буквенной и цифровой. Буквенная часть индексов ручных машин характеризует вид привода: ИЭ — электрический; ИП — пневматический; ИГ — гидро- и пневмогидравлический; ИМ — моторизованный с двигателем внутреннего сгорания. Для насадок, головок и вспомогательного оборудования установлен индекс ИК.

Последующие цифры позволяют определить группу ручных машин по назначению, их конструктивные особенности по соответствующему классификатору. Последние две цифры характеризуют регистрационный номер модели. Каждой вновь выпускаемой модели присваивается более высокий номер.

Индекс электрической ручной сверлильной машины ИЭ-1022А расшифровывается следующим образом: ИЭ — вид привода (электрический); 1 — номер группы согласно таблице классификации (ручная сверлильная машина); 0 — номер подгруппы по виду исполнения (сверлильная машина прямая); 22А — порядковый регистрационный номер модели ручной машины данного типа.

К **переносным машинам** относят устройства, имеющие относительно небольшую массу с электро-, пневмо- или другим видом привода, которые могут быть перемещены и установлены на месте проведения работ (на строительно-монтажной площадке) для выполнения различных технологических операций,

например резки, нарезания резьбы и т.п. Общепринятой индексации для переносных машин не существует. Переносные машины используются в основном в случаях, когда экономически нецелесообразно или просто невозможно по технологическим причинам обработать соответствующее изделие в условиях производственной базы. Этот класс машин довольно широко используется при сборочно-монтажных работах.

8.2. Ручные сверлильные машины

Основными производителями этого вида ручных машин являются следующие предприятия: ОАО «Конаковский завод механизированного инструмента» (КЗМИ), ОАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания «Ритм», Томский электрометаллический завод, ОАО «Московский завод «Пневмостроймашина» (МЗ ПСМ), ОАО «Электромашиностроительный завод «Лепсе» (г. Киров), Bosch (Германия), Makita (Япония), AEG (Германия), ОАО «Интерскол» (г. Химки), ИМЗ и другие отечественные и зарубежные предприятия.

В зависимости от вида выполняемых сборочно-монтажных работ сверлильные машины с электро- и пневмоприводом применяют для сверления отверстий в различных металлах, пластмассах, дереве, бетоне, кирпиче и камне. По конструктивному исполнению различают *прямые* машины, у которых сверло расположено параллельно валу двигателя, и *угловые*, у которых сверло размещено под углом к валу двигателя. Угловые машины используют при сверлении отверстий по углам и в труднодоступных местах.

Для работы необходимо прикладывать осевую силу от 500 до 5000 Н в зависимости от диаметра отверстия (6... 32 мм); при этом возникают крутящие моменты 1...50 Н · м. В связи с этим сверлильные машины для сверл диаметром

до 9 мм имеют рукоятку пистолетного типа, для сверл диаметром 12... 14 мм — заднюю рукоятку пистолетного типа с замкнутым контуром и боковую рукоятку съемного типа. Сверлильная машина для сверл диаметром свыше 14 мм содержит две боковые рукоятки, а также грудной упор или механизм подачи сверла.

Сверлильные машины могут служить в качестве станка. Для этого у многих сверлильных машин на передней части корпуса редуктора предусмотрена цилиндрическая проточка, соосная со шпинделем, которая является базой для их крепления в стойках-штативах. Для более полного использования мощности и, соответственно, увеличения производительности при сверлении отверстий малых диаметров выпускают многоскоростные машины.

Наиболее электробезопасны в работе ручные электрические сверлильные машины II класса защиты с двойной изоляцией, дающие возможность подключения их к электрической сети общего пользования без применения дополнительного оборудования и средств индивидуальной защиты.

Выпускают три типа таких машин: одно- и двухскоростные, а также с электронным регулированием частоты вращения шпинделя. Конструктивные варианты таких машин приведены в табл. 8.1.

Все они выполнены с электроприводом, имеющим коллекторный однофазный электродвигатель. По сравнению с асинхронным такой двигатель при малых габаритных размерах и массе отличается высокой частотой вращения,

8.1. Конструктивные варианты ручных электрических сверлильных машин

(электродвигатель переменного тока частотой 50 Гц, напряжение 220 В)

Марка	Диаметр сверления, мм	Частота вращения шпинделя, с ⁻¹	Мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Одно- и двухскоростные					
ИЭ-1038Э	6	0...38,3	0,3	241 × 69 × 169	1,5
ИЭ-1036Э	9	0...14		254 × 69 × 169	1,48
ИЭ-1035Э	13	0...10	0,42	385 × 208 × 135	2,5
ИЭ-1039Э				270 × 77 × 180	2,0
Двухскоростные					
ИЭ-1202А	10	15,7 (33,3)	0,42	275 × 70 × 157	1,8
ИЭ-1208Э		0...16 (0...35)		255 × 64 × 172	1,85
Реверсивная					
ИЭ-1305	23	5,1	0,6	337 × 90 × 412	3,9
Ударно-вращательная					
ИЭ-1505Э	10	0...15	0,32	295 × 70 × 170	1,75

мягкими механическими характеристиками, высоким пусковым моментом. Наличие двойной изоляции позволяет эксплуатировать эти машины без средств индивидуальной защиты. Однако коллекторные электродвигатели уступают асинхронным в надежности. Другим недостатком является создание коллекторным электродвигателем помех радиоприему, поэтому для их устранения в машинах применяется специальное устройство. Большинство сверлильных машин выполнено с электронным регулированием частоты вращения вала якоря электродвигателя, позволяющим выбирать оптимальную частоту вращения, что способствует повышению надежности режущего инструмента и основных узлов машины.

В табл. 8.2 приведены сравнительные технические характеристики наиболее характерных для отечественного строительства ручных электрических сверлильных машин. По типу пневмодвигателя последние подразделяются на ротационные реверсивные и неревверсивные правого и левого вращения.

В настоящей таблице рассмотрены ручные машины для сверления отверстий в диапазоне диаметров 10...32 мм. В зависимости от свойств обрабатываемого материала для сверления отверстий применяются высоко- или низкоскоростные машины соответствующей мощности. Для сверления отверстий в мягких материалах (алюминии, дереве и т.п.) используются высокоскоростные машины небольшой мощности, а для сверления отверстий, например в камне и материалах подобной твердости, — низкоскоростные и более мощные машины.

Более подробно технические характеристики и конструктивные особенности ручных сверлильных пневматических машин рассмотрим на примере. Ручные машины ИП-1027, ИП-1026 предназначены для сверления и рассверливания отверстий в сталях, цветных металлах, пласт-

массах и дереве при температуре окружающей среды +40...–15 °С. Машины имеют ротационный пневмодвигатель; центробежный регулятор; планетарный (ИП-1026 — двухступенчатый) редуктор; шпиндель, на выступающем конце которого крепится сверлильный патрон (в машине ИП-1027 — с помощью резьбового соединения); корпус; основную рукоятку со встроенным в нее механизмом изменения частоты вращения и спусковым устройством, а для ИП-1026 — дополнительную рукоятку (табл. 8.3).

Ручные сверлильные машины могут быть использованы в виде настольного сверлильного станка. В этом случае они применяются в сочетании с переносными настольными стойками-штативами.

Стойка-штатив ИК 9202 имеет плиту-основание, направляющую и кронштейн для крепления ручной машины. Обрабатываемая деталь закрепляется на плите. Ручная машина устанавливается на кронштейне с помощью винта и гайки. Наибольший диаметр просверливаемого отверстия посредством этого устройства 9 мм, наибольшая глубина 100 мм; масса устройства 12 кг.

Для сверления отверстий в деталях из труднообрабатываемых сталей используют специальные редукторы с целью снижения частоты вращения шпинделя и повышения крутящего момента.

Ручные электрические сверлильные машины используют в качестве базовых для комплекта насадок, выполняющих различные технологические операции.

Применение ручных сверлильных электрических машин с комплектом насадок расширяет их эксплуатационные возможности и позволяет одной машиной выполнять различные виды работ: сверление, шлифование, пиление, строгание, заточные и другие работы. Широкий диапазон применения машин с насадками дает возможность причислить их к машинам многоцелевого назначения.

8.2. Технические характеристики отечественных ручных электрических сверлильных машин

Характеристика	МЭС450 ЭР	МЭС550 ЭР	МЭС600 ЭР	МЭС600 ЭРУ	ДУ650 ЭР	ДУ780 ЭР	ДУ800 ЭР	ДУ1000 ЭР
Номинальная мощность, Вт	450+67	550	600		650	780	800	1000
Максимальный диаметр сверления, мм:								
в стали					13		16	13
в дереве	25	30	25		30		35	40
в бетоне	–	16	–	16	13	16	20	
Число скоростей					1		2	
Максимальное число оборотов на холостом ходу, мин ⁻¹	Нет данных	3700	1600	1900		2800	835/2000*	1200/2880*
Число оборотов при номинальной нагрузке, мин ⁻¹	800	1650	Нет данных	1150		Нет данных	540/1300*	Нет данных
Сверление с ударом	–	+	–			+		
Диаметр шейки зажима, мм							43	

Окончание табл. 8.2

Характеристика	МЭС450 ЭР	МЭС550 ЭР	МЭС600 ЭР	МЭС600 ЭРУ	ДУ650 ЭР	ДУ780 ЭР	ДУ800 ЭР	ДУ1000 ЭР
Резьба свер- лильного шпин- деля	М12 × 1,25				1/2"			
Диапазон зажи- ма патрона, мм	1,5...13							
Масса, кг	1,6	1,9	1,8	1,7	1,8	2,5	3	
Реверс	+							
Регулятор скорости	+							
Фиксация вращения	+							
Габаритные размеры, мм	233 × 187 × 68	224,5 × 65 × × 194,5	Нет данных	261 × 66 × 200	270 × 65 × 210	317 × 85 × 199	330 × 74 × 200	
Рабочая темпе- ратура, °С	-10...+40				-5...+35	-40...+40		
Патрон с клю- чом	+		-		+			
Дополнитель- ная рукоятка	+							
Производитель	«Ритм» (г. Пермь)				«Интерскол» (г. Химки)			

* 835/2000; 1200/2800 — значения числа оборотов на каждой скорости.

* 835/2000; 1200/2800 — значения числа оборотов на каждой скорости.

8.3. Технические характеристики сверлильных машин ИП-1026, ИП-1027

Характеристика	ИП-1027	ИП-1026
Максимальный диаметр сверла, мм	10	13
Частота вращения шпинделя на холостом ходу, м^{-1} : без регулирования	46,6*	11,7*
с регулированием	23,3**	6,7**
Конус шпинделя, ГОСТ 25557–2006	—	Морзе 1 АТ8
Номинальная мощность на шпинделе (без регулирования), кВт	0,38*	0,38*
Удельный расход воздуха, $\text{м}^3 \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кВт}^{-1}$	1,8	1,9
Габаритные размеры, мм	$180 \times 53 \times 178$	$270 \times 53 \times 178$
Масса (без патрона и для ИП-1026 без дополнительной рукоятки), кг	1,1	1,5

* Нижнее предельное отклонение -10% , верхнее не регламентируется.

** Нижнее предельное отклонение -10% , верхнее $+20\%$.

Например, ручная сверлильная электрическая машина с комплектом насадок ИЭ-6008А предназначена для сверления отверстий в стали с временным сопротивлением разрыву 390 МПа, цветных металлах, древесине, а также для распиловки, шлифования и полирования различных материалов, затачивания мелкого инструмента и хозяйствен-

ного инвентаря. В качестве базовой машины принята ручная сверлильная электрическая машина ИЭ-1202А, которая применяется как по своему основному назначению — для сверления отверстий, так и для привода насадок. В комплект насадок входят: насадка-пила ИК-8217; насадка-точило ИК-8213 и подкладной диск ИК-8211.

Технические характеристики ИЭ-6008А

Базовая сверлильная машина ИЭ-1202А

Максимальный диаметр сверла, мм	10
Частота вращения шпинделя, с^{-1} :	
на первой скорости	15,7
на второй скорости	33,3

Электродвигатель

Тип	Коллекторный однофазный
Потребляемая мощность, кВт	0,42
Напряжение, В	220
Частота тока, Гц	50
Сила тока, А	2
Габаритные размеры, мм	$275 \times 70 \times 157$
Масса (без патрона, дополнительной рукоятки и токоподводящего кабеля), кг	1,8

Насадка-пила ИК-8217

Диаметр дисковой пилы, мм	125
Наибольшая глубина пропила, мм	35
Угол наклона пильного диска, °	0...45
Габаритные размеры, мм	318 × 190 × 155
Масса (без пилы), кг	2,2

Насадка-точило ИК-8213

Номинальный диаметр шлифовального круга, мм.	125
Габаритные размеры, мм	115 × 170 × 255
Масса (без шлифовального круга), кг	2

Подкладной диск ИК-8211

Диаметр диска, мм	125
Габаритные размеры коробки, мм	220 × 185 × 52
Масса, кг.	0,7

При сборочно-монтажных работах для сверления отверстий диаметром 100...150 мм в железобетонных конструкциях применяют передвижные электрические устройства с алмазными кольцевыми сверлами.

8.3. Ручные шлифовальные машины

Основными производителями ручных машин этого вида являются следующие предприятия: ОАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания», ОАО «Интерскол» (г. Химки), ФГУП «Ижевский механический завод», ООО «Конаковский завод механизированного инструмента», Томский электромеханический завод, ОАО «Московский завод «Пневмостроймашина», ОАО «Завод «Фиолент» (г. Симферополь, Украина), Bosch (Германия), Makita (Япония), AEG (Германия), Sparky (Германия) и другие отечественные и зарубежные предприятия.

При монтажных работах значительное время затрачивается на: зачистку сварных швов; удаление продуктов коррозии с металлоконструкций и деталей технологического оборудования; подгонку стыкуемых труб, элементов конструкций и деталей машин; образование и зачистку фасок под сварку, выполняе-

мых с применением ручных шлифовальных машин.

Для небольших по объему зачистных операций с использованием абразивных кругов типа ПП и чашечных кругов наибольшее распространение получили электрические ручные шлифовальные машины (табл. 8.4 и 8.5).

Во время пригоночных работ для снятия небольших припусков в труднодоступных местах, подгонки прокладок при монтаже механизмов, зачистки мелких сварных швов на трубах и других конструкциях используют специальные ручные пневматические шлифовальные машины с ротационными и турбинными двигателями, отличающиеся малыми массой и габаритными размерами (табл. 8.6).

Для работы абразивными головками диаметром 4...15 мм предназначена малогабаритная ручная пневматическая шлифовальная машина ШПТ. Эти машины обеспечивают окружную скорость абразивного инструмента в среднем около 35 м/с; при этом частота вращения должна быть в пределах 17 500...45 000 мин⁻¹.

Производительность при работе шлифовальными машинами находится в прямой зависимости от окружной скорости круга (скорости резания). Однако увеличение скорости резания на рассмотренных выше машинах не допуска-

8.4. Технические характеристики электрических ручных шлифовальных машин

Параметр	ИЭ-2008	ИЭ-2009	ИЭ-2106	ИЭ-2107
Тип машины	Прямая		Угловая	
Диаметр шлифовального круга, мм	63	125	80	125
Частота вращения шпинделя, с^{-1}	233	76	120	65
Потребляемая мощность, кВт	0,6	1,15	0,6	1,05
Напряжение, В	220			
Частота тока, Гц	50			
Габаритные размеры, мм:				
длина	575	620	420	490
ширина	88	144	108	255
высота	86	106	141	180
Масса (без кабеля и круга), кг	3,8	6,5	3,8	6,2

8.5. Технические характеристики ручных пневматических шлифовальных машин прямого типа

Параметр	ИП2009А	ИП2015	ИП2014А
Диаметр абразивного круга, мм	63	100	150
Частота вращения, с^{-1}	202	127	83
Мощность, кВт	0,44	0,7	1,2
Давление воздуха, МПа	0,5		
Расход воздуха, $\text{м}^3/\text{мин}$	0,9	1,2	1,8
Габаритные размеры, мм:			
длина	440	510	590
ширина	80	114	104
высота	85	93	130
Масса (без круга), кг	1,9	3,5	5,7

8.6. Технические характеристики малогабаритных ручных пневматических шлифовальных машин радиального типа

Параметр	ШМ-25-50	ШПТ	ШМ
Диаметр абразивного инструмента, мм	25/50	15	20
Тип инструмента	Абразивная головка, шлифовальный круг	Абразивная головка	
Мощность двигателя, кВт	0,18	0,038	0,11
Угловая скорость, рад/с:			
на холостом ходу	1600	6000	1700
под нагрузкой	800	3000	700
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	0,4	0,2	0,3
Внутренний диаметр шланга, мм	13	9	
Габаритные размеры, мм:	50		
длина		20	25
ширина		56	
высота	250	188	175
Масса, кг	0,9	0,44	0,66

ется из-за низкой прочности кругов. Запрещается осуществлять этими машинами отрезку (разделительную резку) металла, так как при этом неизбежны поломки круга из-за дополнительных нагрузок в результате перекосов машины. Ручные шлифовальные машины с обычными кругами не приспособлены также для такой монтажной операции, как зачистка корня сварного шва; непроизводительно зачищать этими машинами сварные швы и поверхности металлических изделий, готовить под сварку кромки труб, проката и другие операции.

Для перечисленных выше работ предназначены высокоскоростные ручные шлифовальные машины и абразивные армированные круги, рассчитанные на скорости резания до 80 м/с.

В табл. 8.7 приведены технические характеристики отечественных угловых электрических шлифовальных машин, традиционно называемых «болгарками». Эти машины оснащены коллекторными двигателями с двойной изоляцией.

Двигатель вмонтирован в корпус машины, в котором предусмотрены вентиляционные окна; для охлаждения двигателя на валу ротора установлен вентилятор. Крутящий момент через коническую шестеренную пару передается от двигателя на шпиндель, укомплектованный двумя съемными фланцами, между которыми зажимают абразивный круг. Круг устанавливают на посадочную часть заднего фланца, имеющую диаметр 22 мм, и прижимают передним фланцем. Для уста-

8.7. Технические характеристики отечественных ручных электрических углошлифовальных машин

Характеристика	УШМ- 115/900	УШМ- 125/900	МЭУШ- 850	МЭУШ- 1300	УШМ- 230 МА	УШМ- 2100 М	УШМ- 2300 М	МЭУШ- 2200
Потребляемая мощность, Вт	900		850	1300	2100		2300	2200
Число оборотов на холостом ходу, мин ⁻¹	11 000			8500	6500			
Диаметр шлифовального круга, мм	115		125	180	230			
Посадочный диаметр круга, мм	22, 32		22		22, 32		22	
Блокировка шпинделя	+							
Резьба на шпинделе	М14							
Толщина круга, мм	Нет данных		3	6,4	6		6,4	
Число позиций рукоятки: дополнительной	1		2		3			
основной			1					3
Режим работы	Нет данных		S1		Нет данных		S1	
Плавный пуск	Нет		Нет	Имеется				
Ограничение пускового тока	Нет		Нет	Имеется				
Предустановка числа оборотов	Нет							
Блокировка случайного пуска	Имеется		—		Имеется			
Масса, кг	1,9		2,2	4,3	4,5	6,6		
Щетки, заменяемые снаружи			Нет		+		—	
Дополнительная рукоятка	Имеется							
Гайка с ключом	Имеется							
Производитель	«Интерскол» (г. Химкм)	«Ритм» (г. Пермь)	«Интерскол» (г. Химкм)		«Ритм» (г.Пермь)			

новки и снятия круга машины комплектуют рожковым ключом.

Все машины имеют защитный кожух (замена круга возможна при установленном кожухе). Для удобства работы машинной кожух можно повернуть и закрепить в нужном положении. Включают и выключают машину курковым выключателем, встроенным в заднюю рукоятку. Передняя рукоятка закреплена на резьбе и может быть легко переставлена на правую и левую от круга сторону, чтобы было удобнее удерживать машину в руках в каждом конкретном случае.

Пневматические шлифовальные машины для работы с абразивными армированными кругами снабжены встроенными центробежными регуляторами, ограничивающими скорость вращения. При достижении заданной скорости вращения кулачки регулятора под действием центробежных сил расходятся и передвигают втулку навстречу потоку сжатого воздуха. В результате этого количество воздуха, питающего пневмодвигатель, уменьшается. При снижении скорости вращения пружина отодвигает

втулку регулятора, благодаря чему количество воздуха, питающего двигатель, и, соответственно, скорость его вращения увеличиваются. При возрастании нагрузки скорость вращения шпинделя с кругом уменьшается (на 40 % от номинальной).

Пневмомашин имеют угловую, прямую и торцевую компоновки (табл. 8.8.).

Плоско- и ленточно-шлифовальные ручные машины применяют для обработки больших плоских металлических и деревянных сухих, шпаклеванных и окрашенных поверхностей.

У плоскошлифовальных ручных машин рабочим органом является плоская платформа со шлифовальной шкуркой, совершающая возвратно-поступательное или орбитальное плоскопараллельное движение; у ленточно-шлифовальных ручных машин — бесконечная абразивная лента.

Ручные шлифовальные электрические машины с гибким валом в качестве привода имеют электродвигатель, стоящий отдельно на подставке. Выходной вал электродвигателя через муфту со-

8.8. Технические характеристики ручных пневматических шлифовальных машин для работы с абразивными армированными кругами

Параметр	П21	П22	ИП2204	ИП2205	ИП2207	ИП2102	ИП2103	ИП2105
Тип машин	Прямые		Торцовые			Угловые		
Диаметр абразивного круга, мм	180	230	180	230		180	230	180
Частота вращения, с ⁻¹	8500	6000	8500	6500	6400	8500	6500	8500
Потребляемая мощность, кВт	1470	2500	1600	1850	2000	1500	2000	1460
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5					0,6		
Расход воздуха, м ³ /мин	2,0	1,9	2,0	2,5		2	2,5	2,2
Масса, кг	4,5	5,6	4,5	5,5	6,6	6,5		5

единяется с гибким валом, передающим вращение сменным рабочим головкам — прямой или угловой. При работе со сменной угловой головкой вместо абразивного круга можно применять кожаные или фетровые круги, а также резиновые или другие полировальные диски со шлифовальной шкуркой.

В корпусе рукоятки прямой шлифовальной головки на двух шарикоподшипниках вращается шпиндель. На переднем конце шпинделя с помощью фланцев, цанги, втулки и шайбы закреплен шлифовальный круг.

Приспособления к шлифовальным машинам позволяют расширить область применения и эффективность использования ручных машин, увеличить производительность труда, улучшить качество выполняемых работ с одновременным уменьшением скорости изнашивания кругов.

Техническая характеристика приспособления для прямой резки и резки под углом

Диаметр армированного круга, мм	230
Максимальный размер резаемого изделия, мм . . .	55
Угол наклона круга, °	45
Габаритные размеры, мм	400 × 550 × 785
Масса, кг	18,8

Имеются приспособления, с помощью которых можно отрезать вертикально расположенные трубы диаметром до 50 мм, когда рез находится в горизонтальной плоскости.

Приспособления для отрезки листового металла позволяют отрезать лист максимальной ширины 250 мм; его масса 13 кг.

Для работы в сочетании с ручными шлифовальными машинами применяют головки различных типов (табл. 8.9), войлочные, фетровые и хлопчатобумажные круги, специальные металлические щетки.

Абразивные круги (табл. 8.10) различных типов выбирают в зависимости от выполняемой операции и формы машины.

Наиболее прогрессивными для отрезки и зачистки металла ручными и переносными машинами являются армированные круги. С применением сеток армирования допустимая скорость кругов возросла до 80 м/с; круги стали достаточно эластичными, хорошо выдерживающими боковые силы и изгиб. Повышение скорости кругов обеспечило большую скорость обработки и повысило износостойкость абразивных кругов.

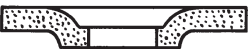
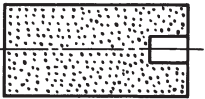
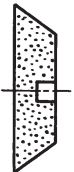
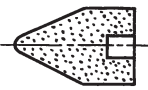
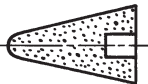
Абразивные армированные круги (табл. 8.11) могут быть использованы для выполнения следующих основных операций: отрезки труб и профильного металла из углеродистых и легированных сталей; вырезки окон в листовом металле; зачистки корня сварного шва; удаления дефектных сварных швов; снятия и зачистки фасок под сварку у листового металла и труб; зачистки сварных швов заподлицо с основным металлом; снятия заусенцев и наплывов на металле. Ведущий производитель абразивных армированных кругов — Лужский абразивный завод.

Полученные круги должны быть тщательно осмотрены. При обнаружении трещин, выбоин, искажении формы и других дефектов круг подлежит выбраковке. Круг, имеющий отклонения от номинальных размеров и формы, при большой скорости вызывает сильную вибрацию, которая отрицательно сказывается на здоровье рабочих, качестве работы и состоянии шлифовальной машины.

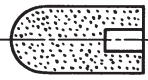
После осмотра круга и проверки соответствия частоты его вращения скорости вращения шпинделя круг устанавливают на шлифовальную машину.

Категорически запрещается ставить круги на машины с частотой вращения шпинделя, большей, чем указано на круге, так как это может привести к не-

8.9. Круги и головки

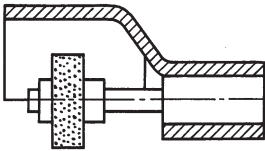
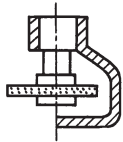
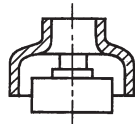
Инструмент	Обозначение формы инструмента	Эскиз
Диск	Д	
Круг:		
плоский прямого профиля	ПП	
плоский с выточкой	ПВ	
с опущенным центром	СП	
Круг чашечный:		
цилиндрический	ЧЦ	
конический	ЧК	
Головка:		
цилиндрическая	AW	
угловая	DW	
коническая	EW	
коническая с закруглен- ной вершиной	KW	

Окончание табл. 8.9

Инструмент	Обозначение формы инструмента	Эскиз
Головка: сводчатая	F-1W	
шаровая	F-2W	
шаровая с цилиндрической поверхностью	F-W	

Примечание. Диск предназначен для резки, круг — для обдирочных работ (зачистки, снятия металла), а головка — для внутреннего шлифования, доводки и зачистки.

8.10. Абразивные круги различных типов для ручных шлифовальных машин

Машины	Тип абразивного круга	Эскиз
Прямые	Д; ПП; ПВ	
Угловые и торцовые	Д; 5П	
Торцовые	ЧЦ; ЧК	

счастному случаю. При установке круга на машину с частотой вращения шпинделя, меньшей, чем указано на круге, режущая способность круга падает, а износ увеличивается.

Абразивные армированные круги закрепляют в специальных зажимных фланцах, имеющихся на машине. Круг должен легко надеваться на посадочную часть фланца, для чего диаметр посадоч-

8.11. Технические характеристики абразивных армированных кругов (рабочая скорость 80 м/с)

Форма круга	Размер круга, мм			Форма круга	Размер круга, мм		
	Наруж- ный диа- метр	Диаметр посадоч- ного от- верстия	Высота		Наруж- ный диа- метр	Диаметр посадоч- ного от- верстия	Высота
Д	180	22	3	ПП	150	32	10
	230						25
	300	32	4	5П	180	6	
	400			ПП		8	
	500					10	
ПП	125	20	5П	230	22	6	
		25					

Примечание. Примеры обозначения отрезного круга:

Д230 × 3 × 22 14А50НСТЗБУ,

где Д — диск; 230 — наружный диаметр, мм; 3 — высота, мм; 22 — диаметр посадочного отверстия, мм; 14А50Н — абразивное зерно и его зернистость (нормальный электрокорунд марки 14А зернистостью 50Н); СТЗ — степень твердости инструмента (средняя твердость 3); Б — тип связки (бакелитовая); У — круг с упрочняющими элементами.

ного отверстия в круге должен быть примерно на 0,2 мм больше, чем диаметр посадочной части фланца. Применять силу или ударять по кругу при его установке недопустимо. Нельзя использовать фланцы, отличающиеся по форме и размерам от фланцев заводского изготовления.

Круг устанавливают следующим образом. Сначала монтируют нижний зажимный фланец, круг и верхний зажимный фланец, а затем с помощью специального ключа, входящего в комплект машины, закрепляют круг между фланцами. При этом шпиндель удерживают от провертывания гаечным ключом с открытым зевом. После установки круга хвостовик шпинделя должен выступать над наружным фланцем не менее чем на два витка. Запрещается применять различные удлинители, увеличивающие силу затяжки.

Установку круга типа 5П (со вдавленным центром) проводят таким образом, чтобы его выпуклая часть была обращена к машине, а вогнутая — к концу шпинделя.

Перед пуском машины необходимо проверить надежность крепления и правильность установки кожуха на машине. Круг следует опробовать на машине с надетым защитным кожухом на холостом ходу в течение не менее 2 мин.

Работа высокоскоростной шлифовальной машиной с абразивным армированным кругом может поручаться только лицам, прошедшим специальный инструктаж.

Приемы работы с использованием высокоскоростных шлифовальных машин с абразивными армированными кругами существенно отличаются от приемов работы с обычными кругами.

Для отрезки целесообразнее применять угловые и торцовые шлифовальные машины, что объясняется лучшими условиями удержания кругов и наблюдения за ними при работе с помощью машин этой компоновки. При отрезке изделие должно быть неподвижным, так как его перемещение может привести к поломке круга и травме работающего. Поэтому изделия, которые могут смещаться на монтируемой конструкции во время работы, следует обязательно жестко закрепить. При отрезке рабочий должен занимать устойчивое положение и обеспечивать тем самым фиксированное направление (подачу) абразивного армированного круга на изделие. Шлифовальную машину нужно ориентировать так, чтобы плоская поверхность абразивного круга была перпендикулярна к разрезаемой поверхности.

Отрезку осуществляют при равномерной подаче (без рывков, толчков и т.п.), создавая такое давление, при котором не ощущается снижения частоты вращения круга, и по возможности непрерывно, без выводов круга из реза.

Отрезку труб и изделий из листовой стали толщиной более 4 мм выполняют послойно в два перехода и более глубиной до 4 мм; врезаться сразу на всю толщину не рекомендуется.

Трубы можно отрезать методом врезания и методом обкатки. *Метод врезания* заключается в линейном перемещении круга в плоскости, перпендикулярной к оси трубы, с перерезанием всей трубы по поперечнику. Этот метод применяется при отрезке труб диаметром до 57 мм кругами диаметром 180 мм и труб диаметром 70 мм кругами диаметром 230 мм. При отрезке труб и изделий из круглой стали методом врезания следует наводить шлифовальную машину на изделие в направлении сверху вниз, чтобы избежать «сбрасывания» машины с разрезаемого изделия.

Отрезку труб *методом обкатки* осуществляют путем перемещения шлифовальной машины вокруг трубы таким образом, чтобы круг находился все время в

плоскости, перпендикулярной оси трубы, или при неподвижной шлифовальной машине путем поворота трубы вокруг своей оси в специальном приспособлении. Методом обкатки надо пользоваться в тех случаях, когда труба не может быть перерезана методом врезания. Профильный металл необходимо отрезать таким образом, чтобы длина дуги соприкосновения круга с изделием была как можно меньшей. Например, отрезку уголка выполняют по схеме, приведенной на рис. 8.1.

Минимально допустимый для работы диаметр круга после износа определяется диаметром зажимного фланца плюс 20 мм.

Зачистные операции выполняют армированными кругами типа 5П при:

- обработке фасок на изделии из листового металла и трубах, предварительно снятым способом газовой резки;
- снятии ржавчины и неровностей;
- снятии слоя металла, в том числе удалении дефектных участков сварных швов;
- зачистке сварных швов заподлицо с основным металлом;
- зачистке корня сварного шва, которая проводится отрезными армированными кругами высотой 3 мм.

Для зачистки чаще всего применяют угловые либо торцовые шлифовальные машины. Исключение составляют лишь случаи, когда зачистку осуществляют периферией круга (типа ПП).

При зачистке металлической поверхности круг следует устанавливать под углом $15 \dots 40^\circ$ к обрабатываемой поверхности. От угла наклона абразивного круга зависит шероховатость поверхности. Чем больше угол наклона круга в указанных пределах, тем выше режущая способность и меньше износ круга, но вместе с тем ниже и качество обработки. В процессе обработки наряду с перемещением вдоль обрабатываемой поверхности нужно осуществлять круговые движения машиной. Скорость перемещения машины также устанавливают в

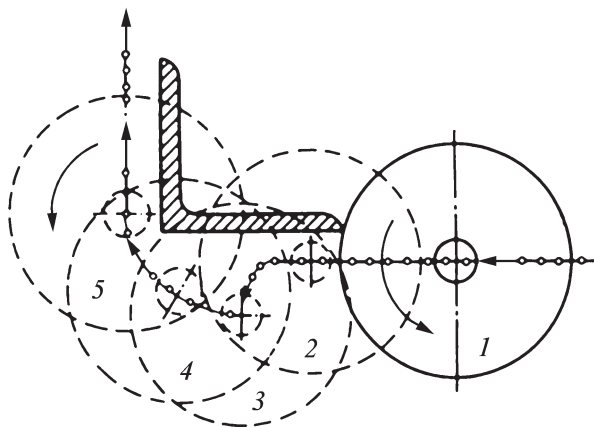


Рис. 8.1. Траектория перемещения круга при отрезке уголка шлифовальной машинкой:

1–5 — последовательные положения круга (стрелками показано направление подачи и вращения круга)

зависимости от требуемых параметров шероховатости. Целесообразно начинать работу с углом наклона круга $30...40^\circ$, а окончательную доводку поверхности выполнять при угле $15...20^\circ$.

Для зачистных операций следует пользоваться кругом как можно боль-

шего диаметра, допустимого по условиям работы, так как при этом легче направлять и удерживать машину на обрабатываемой поверхности.

Поскольку выполняется большой объем работ по зачистке, особое внимание надо обращать на выбор рациональной позы рабочего. При этом необходимо руководствоваться следующими правилами: работающий должен находиться вне зоны попадания искр; при длительной работе требуется изменять положение корпуса, последовательно нагружая и расслабляя работающие группы мышц. Например, при зачистке металлической детали на горизонтальной поверхности чередуются такие положения: на правом колене (рис. 8.2); на левом колене, на корточках.

При снятии слоя металла предпочтительнее применять угловые шлифовальные машины; при зачистке корня сварного шва на вертикальных поверхностях удобнее использовать прямые шлифовальные машины.

Зачистку или удаление дефектных участков сварных швов наиболее рационально проводить последовательно, участками длиной $200...300$ мм, снимая

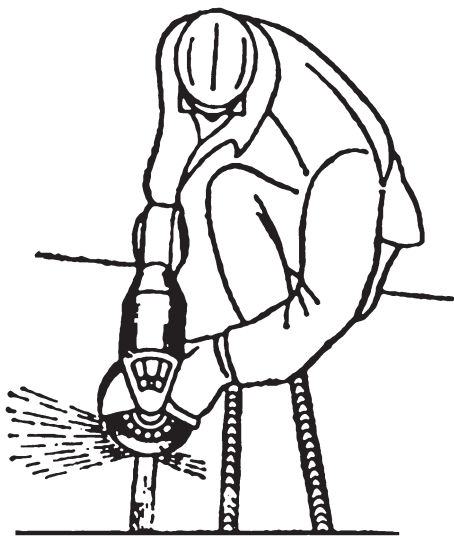


Рис. 8.2. Положение рабочего при зачистке сварного шва

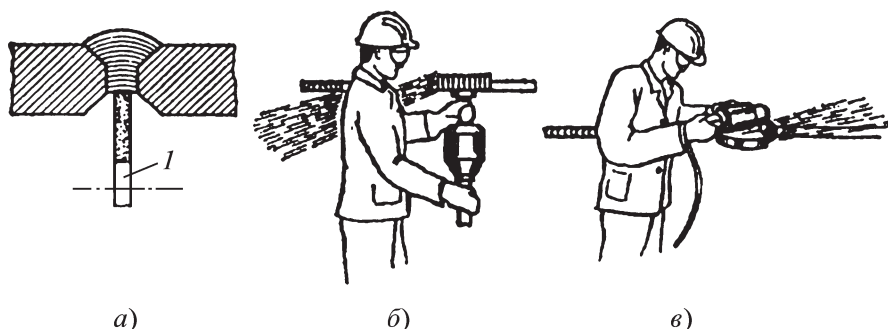


Рис. 8.3. Схемы зачистки корня сварного шва:

а — положение круга (*1* — армированный круг); *б* — работа прямой шлифовальной машиной; *в* — работа угловой машиной

металл слоями. Длина одновременно обрабатываемого участка может колебаться в зависимости от индивидуальных данных работающего и удобства работы. При этом круг надо устанавливать под углом $35...40^\circ$ к обрабатываемой поверхности, а машину располагать вдоль обрабатываемого шва. Для зачистки корня сварного шва круг размещают под углом 90° к обрабатываемому шву (рис. 8.3). Зачистка выполняется периферией круга. Обработку корня так же, как и зачистку сварных швов, необходимо осуществлять последовательно, участками $200...300$ мм, послойно. Приемы работы при зачистке корня сварного шва аналогичны приемам при отрезке.

При снятии фаски под сварку машину устанавливают таким образом, чтобы плоская поверхность абразивного круга была наклонена к намеченной поверхности фаски под углом $10...15^\circ$ (рис. 8.4). В процессе работы одновременно происходят срезание слоя металла и зачистка образующейся поверхности фаски боковой поверхностью круга. После снятия фаски следует провести доводку ее поверхности в соответствии с заданными требованиями качества и точности поверхности.

При работе с помощью высокоскоростных шлифовальных машин и абразивных армированных кругов могут возникать различные неполадки (табл. 8.12).

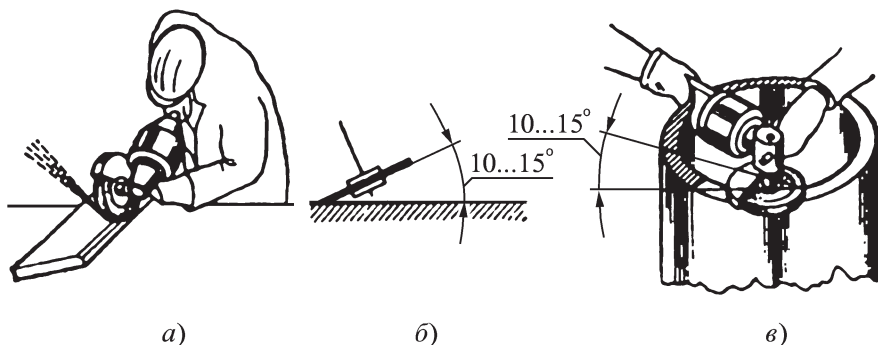


Рис. 8.4. Схема зачистки фаски под сварку:

а — поза рабочего; *б* — положение круга; *в* — обработка трубы

8.12. Основные неполадки, возникающие при работе с помощью высокоскоростных шлифовальных машин

Признаки неполадок	Причина неполадок	Способы устранения неполадок
Резкое снижение частоты вращения круга	Большое давление на круг. Несоответствие мощности двигателя требуемой производительности	Уменьшить давление на круг. Применить машину с двигателем мощности
Поломка отрезного круга	Отрезаемое изделие не закреплено достаточно жестко. Большое осевое давление	Жестко закрепить отрезаемое изделие. Уменьшить осевое давление путем выравнивания положения машины относительно канавки
Повышенная вибрация машины	Нарушение формы круга. Неправильная установка круга	Поставить другой круг. Проверить крепление круга
После некоторого времени работы наблюдается усиленный износ или засаливание круга	Недостаточная скорость резания (частота вращения круга)	Заменить круг. Изношенный круг сдать в инструментальную для использования на машине с большей частотой вращения шпинделя в пределах допустимой скорости резания ¹
Низкая режущая способность	Неправильная установка круга относительно обрабатываемой поверхности. Несоблюдение рекомендуемых приемов работы. Недостаточное давление на круг	Правильно установить круг относительно обрабатываемой поверхности. Соблюдать рекомендуемые приемы работы. Увеличить давление на круг

¹ Наибольшая частота вращения изношенного круга

$$n = n_{\text{ном}} \frac{D_{\text{н}}}{D},$$

где $n_{\text{ном}}$ — номинальная частота вращения, указанная на круге; $D_{\text{н}}$ — начальный диаметр круга; D — диаметр изношенного круга.

В случае других неполадок со шлифовальной машиной надо руководствоваться инструкцией по эксплуатации, прилагаемой к машине.

Хранят абразивные армированные круги в помещении при температуре не ниже 5 °С и влажности воздуха 65 %. Абразивный инструмент должен храниться на складе или в кладовых, оборудованных стеллажами, полками,

ящиками, обеспечивающими сохранность инструмента различных форм и размеров. Ячейки металлических стеллажей требуется обшить материалом, соприкосновение которого с кругом не повреждало бы последний (дерево, войлок и пр.). На складе и при транспортировании инструмент должен быть предохранен от ударов и атмосферных осадков.

Плоские круги — диски формы Д на бакелитовой связке — необходимо укладывать горизонтальными стопками между металлическими дисками с плоскими поверхностями. Диаметр диска-прокладки должен соответствовать диаметру круга, а толщина должна составлять не менее 2 мм. Во избежание коробления круги требуется поместить под постоянный груз массой 2...3 кг. Высота стопки должна превышать 600 мм.

Зачистные круги типа 5П следует хранить на специальных поддонах со стержнем, входящим в посадочное отверстие кругов. При этом круги нужно укладывать стопками высотой не более 300 мм.

Срок хранения кругов на бакелитовой связке не должен превышать 6 мес. со дня их изготовления на заводе. Свыше указанного срока хранения круги могут быть применены в производстве только после повторного их испытания на прочность путем вращения в течение 5 мин на специальном станке со скоро-

стью, на 50 % превышающей рабочую скорость для данного круга.

Специальные металлические щетки (табл. 8.13) с приводом от ручных машин применяют для зачистки металла от коррозии; удаления старой краски и окалины на различных по форме и размерам поверхностях изделий, профилях, трубах; для зачистки сварных швов от шлака; снятия заусенцев и закругления острых кромок деталей; обработки поверхностей, устойчивых против сдвига соединений, и других операций.

Основные типы таких щеток — радиальные и торцовые, которые, в свою очередь, различаются по диаметру используемой проволоки, способу заделки и типу ворса, длине выступающей части ворса, ширине и плотности рабочей части ворса, наружному диаметру и диаметру посадочного отверстия.

Радиальными щетками с ворсом из стальной пружинной проволоки, свитой прядями (рис. 8.5, а), можно зачищать сварные швы на изделиях как из листо-

8.13. Специальные металлические щетки (диаметр посадочного отверстия 22 мм)

Модель щетки	Тип щетки	Размер щетки, мм		
		Наружный диаметр	Диаметр проволоки	Ширина рабочей части щетки
РВ150 × 12 × 22П0,8 (однорядная)	Радиальная с витыми прядями	150	0,8	12
РВ150 × 20 × 22П0,8 (двухрядная)				20
ТВ80 × 12 × 22П0,8	Торцевая с витыми прядями	80		12
РГ150 × 10 × 22П0,3	Радиальная из гофрированной проволоки	150	0,3	10
РГ150 × 25 × 22П0,3				25

Примечание. Пример обозначения радиальной щетки с витыми прядями: РВ150×22×12П0,8, где Р — щетка радиальная; В — с витыми прядями; 150 — наружный диаметр, мм; 22 — диаметр посадочного отверстия, мм; 12 — ширина режущей части, мм; П0,8 — проволока диаметром 0,8 мм.

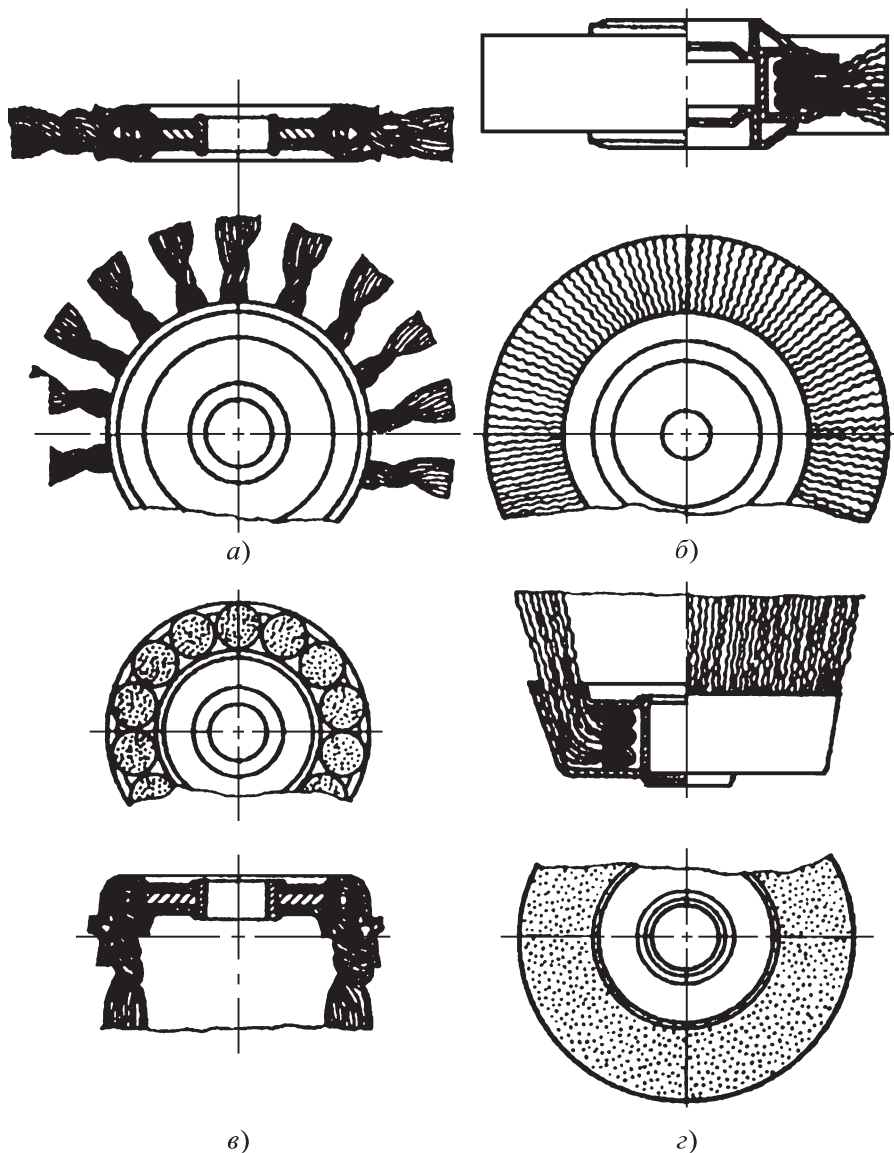


Рис. 8.5. Металлические щетки:

а — радиальная с ворсом из проволоки, свитой в пряди; *б* — то же, из гофрированной проволоки;
в — торцевая с ворсом из проволоки, свитой в пряди; *г* — то же, из гофрированной проволоки

вого металла различной толщины, так и на трубопроводах. При обработке трубопроводов такими щетками зачищают поверхность под окраску и антикоррозийные покрытия, удаляют ржавчину и

окалину, старую краску с труб и шлак со сварных швов.

Радиальные щетки с ворсом из гофрированной проволоки (рис. 8.5, б) применяют в основном для отделочных опе-

раций, зачистки заусенцев и обеспечения малой шероховатости обрабатываемой детали. Вследствие эластичности таких щеток рабочий легко удерживает обрабатываемую деталь руками при закрепленной ручной машине. Это же свойство позволяет обрабатывать детали различной конфигурации.

Торцовые щетки с ворсом из стальной пружинной проволоки, свитой в пряди (рис. 8.5, в), в сочетании с ручными машинами, имеющими торцовую и угловую компоновку, дают возможность быстро и экономно зачищать сварные швы, окалину, ржавчину и другие оксиды с больших поверхностей.

Торцовые щетки с ворсом из гофрированной проволоки (рис. 8.5, г) применяют как для легких зачистных операций, так и для снятия заусенцев, а также для закругления кромок отверстий. Максимальная частота вращения щеток с ворсом из проволоки, свитой в пряди, составляет 8500 мин^{-1} , а с ворсом из гофрированной проволоки 6600 мин^{-1} .

Тип щетки и вид ворса выбирают в зависимости от выполняемой работы и типа машины. Свойства щеток меняются в результате изменения окружной скорости. С увеличением скорости ворс становится жестче, а с уменьшением — мягче, поэтому рабочая скорость определяется характером работы. Обычно для щеток с ворсом из гофрированной проволоки рекомендуется средняя окружная скорость 22 м/с , что соответствует частоте вращения щетки 2800 мин^{-1} диаметром 150 мм , а для щеток с ворсом из проволоки, свитой в пряди, 35 м/с , что отвечает частоте вращения щетки 4500 мин^{-1} диаметром 150 мм .

Вместе с тем работоспособность щетки сохраняется в довольно широком диапазоне рабочих скоростей, поэтому для их привода можно использовать различные типы ручных шлифовальных машин, обеспечивающих необходимые окружные скорости. Категорически запрещается устанавливать щетки на ма-

шины, частота вращения шпинделя которых превышает допустимые значения, указанные на щетке.

С целью уменьшения времени на смену щеток для работы выбирают щетку по возможности наибольшего практически допустимого диаметра. Для снятия заусенцев и закругления кромок следует применять щетки с коротким ворсом. При этом надо избегать чрезмерного давления на щетку, так как оно приводит к преждевременному износу ворса. Нормальная сила прижатия щетки к обрабатываемому изделию должна быть в пределах $50...100 \text{ Н}$.

8.4. Ручные специализированные машины

Для обработки металла наряду со сверлильными и шлифовальными машинами, которые относятся к машинам общего применения, используют ножницы различного типа, ручные резбонарезные и развальцовочные машины, кромко- и труборезы, дисковые пилы по металлу, угловые щетки, зачистные и пневморубильные молотки, шаберы и напильники.

Ножницы предназначены для прямой и фасонной резки листовой стали. Основные производители этого вида ручных машин — КЗМИ, Томский электромеханический завод, ЭМЗ «Лепсе», ФГУП «Ижевский механический завод», «Ритм», Makita (Япония), Metabo (Германия) и другие предприятия. По конструктивному исполнению режущего инструмента различают ножевые и вырубные ножницы. У *ножевых ножниц* один из ножей закреплен неподвижно, а другой совершает возвратно-поступательное движение. *Вырубные ножницы* разрезают материал, вырубая стружку пуансоном через неподвижную матрицу, причем рез получается ровным, без деформации обрабатываемой детали. Ножницы выпускают с электрическим и пневматическим приводами (табл. 8.14 и

8.15). До начала работы ножевыми ножницами необходимо проверить заточку и правильность установки ножей.

**Зазор между режущими кромками ножей
в зависимости от толщины разрезаемого
листа**

Толщина листа, мм	Зазор, мм
0,5...0,8	0,1...0,2
1...1,3	0,3...0,4
1,5...2	0,5...0,6
2...2,5	0,7...0,8

От правильно выбранного зазора и точности его установки зависят производительность резания и качество обрезанной кромки.

Вырубные ножницы более маневренны, чем ножевые, вследствие сравнительно небольшого размера пуансона в поперечном сечении и возможности поворота вокруг него. Поэтому ими можно раскраивать лист по криволинейному контуру, вырезать фигурные отверстия внутри листа. Для захода режущего инструмента необходимо пред-

8.14. Технические характеристики ручных электрических ножниц

Параметр	ИЭ-5502	ИЭ-5404	ИЭ-5410	ИЭ-5407
Толщина разрезаемого металла, мм	1,0	1,6	2,0	3,5
Производительность, м/мин		2,0	2,5	1,8
Потребляемая мощность, Вт	230		420	550
Напряжение, В	220			
Частота тока, Гц	50			
Габаритные размеры, мм:				
длина	250		245	270
ширина	80		69	84
высота	200	230	235	270
Масса, кг	2,9	3,0	2,5	4,4
Параметр	РЭН-500	ВЭРН-0,52-2,5	НРЭН-520	
Толщина разрезаемого металла, мм	2,5	1,8	2,5	
Производительность, м/мин	2,0	1,4		
Потребляемая мощность, Вт	500	520		
Напряжение, В	220			
Частота тока, Гц	50			
Габаритные размеры, мм:	—			
длина		271	272	
ширина		67	160	
высота		160	96	
Масса, кг	2,5	2,2	2,8	

8.15. Технические характеристики ручных пневматических ножниц

Параметр	ИП-5401	ИП-5504	ИП-5405
Толщина разрезаемого металла, мм	2,2	1,6	1,2
Расход воздуха, м ³ /мин	0,5		
Давление, МПа	0,63		
Масса, кг	2,0		

варительно высверлить отверстие диаметром 20...25 мм. Силы, возникающие на рабочем органе ножниц, не передаются на руки работающего. Зазор между пуансоном и матрицей регламентируется в паспорте машины.

Ручные машины для нарезания резьбы подразделяют на электрические и пневматические (табл. 8.16). Ведущие производители этих машин — ОАО «Московский завод пневмоинструмента», МЗ ПСМ; «Калибр», Rothenberger (Германия), Rems (Германия) и др.

Внутреннюю резьбу нарезают в заранее подготовленных отверстиях метчиками соответствующих номеров. Для нарезания резьбы метчик, зажатый в патроне, устанавливают в отверстие и прилагают к машине осевую силу.

Для ограничения хода метчика при нарезании резьбы в глухих отверстиях

предусмотрен регулируемый упор, который можно устанавливать на заданную глубину внутренней резьбы.

На задней крышке машины имеется рым-болт для подвешивания машины с целью облегчения нарезания резьбы.

При осевой нагрузке на машину шпиндель с патроном и метчиком, вращаясь по часовой стрелке, нарезает резьбу. При снятии осевой нагрузки с помощью реверсивного механизма направление вращения шпинделя меняется на противоположное и метчик ускоренно вывертывается из нарезаемой резьбы.

При монтаже и ремонте технологического оборудования достаточно широко применяются операции по развальцовке труб. Развальцовка является наиболее распространенным способом получения прочных и герметичных соединений труб с трубными решетками

8.16. Технические характеристики ручных резьбонарезных машин

Параметр	ЭИ-3401	РМ-22	ИП-3403Б	ИП-3405
Диаметр нарезаемой резьбы, мм	12	8	12	
Габаритные размеры, мм:				
длина	470	300	260	280
ширина	100	55	60	55
высота	595	152	180	180
Масса, кг	6,5	1,5	1,9	1,8
Вид привода	Электрический		Пневматический	

(коллекторами) теплообменных аппаратов и котлов. Для развальцовки концов труб до образования плотного контакта между стенками трубы и трубного отверстия коллектора применяют пневматические и электрические ручные машины и приспособления. Ни-

же даны технические характеристики пневматических машин отечественного производства (Санкт-Петербургский государственный морской технический университет. Научно-исследовательская технологическая лаборатория (г. Санкт-Петербург)).

Технические характеристики пневматических машин для развальцовки труб

Пневматические реверсивные вальцовочные машины ВМ-200, ВМ-500, ВМ-700, ВМ-1250 применяются для развальцовки труб из цветных сплавов и стальных труб, имеют автоматический контроль крутящего момента, расход воздуха 1,6 м³/мин.

Характеристика	ВМ-200	ВМ-500	ВМ-700	ВМ-1250
Частота вращения шпинделя на холостом ходу мин ⁻¹	200	500	700	1250
Крутящий момент, Н · м	15...60	5...36	—	
Применяются для развальцовки труб диаметром, мм	Из стали 20 × 2...32 × 3,5	Из цветного сплава 19 × 1...30 × 1; из стали 16 × 1...25 × 3	Из цветного сплава 16 × 1...30 × 1; из стали 12 × 1...25 × 3	Из цветного сплава 14 × 1...25 × 1; из стали 10 × 1...19 × 3
Габаритные размеры, мм	400 × 245 × 72	400 × 270 × 72	—	
Масса, кг, не более	4,6	4,5		

Пневматические реверсивные вальцовочные машины ПВЛ-к-38, ПВЛ-к-51, ПВЛ-к-57 используются для развальцовки стальных труб, имеют автоматический контроль крутящего момента, расход воздуха 1,6 м³/мин.

Характеристика	ПВЛ-к-38	ПВЛ-к-51	ПВЛ-к-57
Частота вращения шпинделя на холостом ходу, мин ⁻¹	220	145	100
Крутящий момент, Н · м:			
максимальный	100	170	250
минимальный	35	50	80
Наличие автоматического контроля крутящего момента	Да		
Габаритные размеры, мм	480 × 115 × 80		480 × 115 × 82
Масса, кг	5,5	6	6,3

Пневматическая реверсивная вальцовочная машина ВК-83 применяется для развальцовки стальных труб диаметром $63 \times 4 \dots 108 \times 4,5$ мм, имеет автоматический контроль крутящего момента, расход воздуха $1,6 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Частота вращения шпинделя на холостом ходу, мин^{-1}	38
Крутящий момент, Н · м:	
максимальный	500
минимальный	170
Наличие автоматического контроля крутящего момента.	Да
Габаритные размеры, мм	$600 \times 210 \times 90$
Масса, кг.	10

Пневматическая реверсивная вальцовочная машина РВК-152 применяется для развальцовки стальных труб диаметром $89 \times 6 \dots 152 \times 11$ мм в отверстиях печных двойников (ретурбенов), не имеет автоматического контроля крутящего момента, расход воздуха $1,6 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Частота вращения шпинделя на холостом ходу, мин^{-1}	11
Максимальный крутящий момент, Н · м.	2000
Наличие автоматического контроля крутящего момента	Нет
Габаритные размеры, мм	$1150 \times 305 \times 148$
Масса, кг	126

Электрическая вальцовочная машина РЭМ-1 (ГМТУ НИТЛ, г. Санкт-Петербург) предназначена для развальцовки труб из цветных сплавов диаметром $8 \times 1 \dots 25 \times 2$ мм и стальных труб $8 \times 1 \dots 20 \times 2$ мм. Машина оснащена системой автоматического контроля крутящего момента, имеет три режима: ручной, автоматический и «торцовку».

Технические характеристики электрической машины РЭМ-1

Мощность двигателя, Вт.	1000
Потребляемый ток напряжением, В (частота вращения 50 Гц).	380 (3 фазы)
Скорость вращения вала, мин^{-1}	650 и 430
Максимальный крутящий момент, Н · м:	
при скорости вращения 650 мин^{-1}	15,5
при скорости вращения 430 мин^{-1}	24,5
Регулирование времени, с:	
реверса после развальцовки	0,1...10
паузы между циклами вальцевания.	0,1...30
Масса установки, кг.	40

Кромкорезы предназначены для образования кромок под сварку на листах, трубах и деталях из металла и пластических материалов.

Основными техническими параметрами для кромкорезов являются номинальная толщина обрабатываемого изделия и наибольший размер образуемой фаски. Основные российские производители кромкорезов — ООО «Магнит плюс» (г. Санкт-Петербург), Завод спецоснастки (г. Москва) и др. Среди зарубежных компаний наиболее распространены ручные кромкорезы Германской фирмы Trumpf (табл. 8.17).

Труборезы рассчитаны на резку труб из углеродистых и легированных сталей и труб из пластических материалов, а также на снятие фасок на трубах.

Основные производители труборезов — «Констар», ООО «Магнит плюс», Завод спецоснастки и др. Ручные кромкорезы выпускает фирма Trumpf.

Главные параметры для труборезов — номинальный диаметр обрабатываемой трубы и наибольшая толщина стенки трубы.

Переносные труборезы различаются по виду рабочего инструмента. Трубы можно обрабатывать токарными резцами, фрезами, абразивными кругами, режущими роликами.

Переносные труборезы ПТМ (рис. 8.6) предназначены для резки и снятия фасок на трубах из углеродистых и кор-

розионно-стойких сталей диаметром 14...114 мм. Труборез устанавливается на трубе в любом пространственном положении и фиксируется роликами. Вращением винта труборез ПТМ закрепляется с помощью кулачков на внешней поверхности трубы в любом пространственном положении. Труборезы ПТМ имеют два резцедержателя с автоматической подачей, расположенных диаметрально противоположно. Для простой отрезки трубы нужно применить два отрезных резца, для отрезки трубы с одновременным снятием фаски необходимо использовать один отрезной резец, а другой фасочный. Труборезы ПТМ имеют электрический привод 220 В / 1200 Вт, пневмопривод или электрический привод на 36 В. Выпускается три типа труборезов: ПТМ 14-60, ПТМ 57-108, ПТМ 57-114 (табл. 8.18).

Труборезы 2Т (рис. 8.7) предназначены для резки и снятия фасок на трубах диаметром 89...1020 мм из сталей аустенитного класса, а также из обычных перлитных сталей в монтажных условиях (табл. 8.19). Толщина стенок обрабатываемых труб от 13...65 мм. Труборез удобен в работе, компактен и обслуживается одним человеком. Безопасность работы достигается применением ограждающих устройств. Отличительной особенностью труборезов данного типа является беспрецедентная жесткость конструкции в отличие от разъемных труборезов.



Рис. 8.6. Переносной труборез типа ПТМ

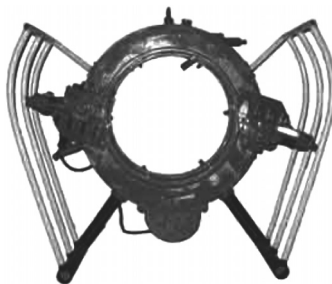


Рис. 8.7. Труборез 2Т

8.17. Технические характеристики кромкорезов фирмы Trumpf

Рисунок	Тип	Толщина обрабатываемого материала, мм	Максимальный размер фаски/длина скоса	Рабочая скорость, м/мин
	TKF 700-2 (30°)	1...20	6/7	1,25
	TKF 700-2 (37,5°)		5,5/7	
	TKF 700-2 (45°)		5/7	
	TKF 104-0 (30°)	3...25	9,5/11	2,5
	TKF 104-0 (37,5°)		8,7/11	
	TKF 104-0 (45°)		7,8/11	
	TKF 1500-0 (20...45°/55°)	4...160	15	2

Окончание табл. 8.17

Рисунок	Тип	Толщина обрабатываемого материала, мм	Максимальный размер фаски/длина скоса	Рабочая скорость, м/мин
	TKF 1500-0 Plus (20...45°/55°)	4...160	15	1,25/2 (первая скорость/вторая скорость)
	ТКА 300-0	Минимальная толщина 0,5 мм	2,2/3	4...6
	ТКА 500-0		3,5/5	

8.18. Технические характеристики труборезов ПТМ

Характеристика	ПТМ 14-60	ПТМ 57-108	ПТМ 57-114
Диаметр обрабатываемых труб, мм	14...60	57...108	57...114
Толщина стенки трубы, мм	До 10		
Скорость резания, м/мин	6,45...12,0		
Длина, мм	580	710	
Ширина, мм	170	220	
Высота, мм	180		
Масса, кг	15,4	18,0	17,0

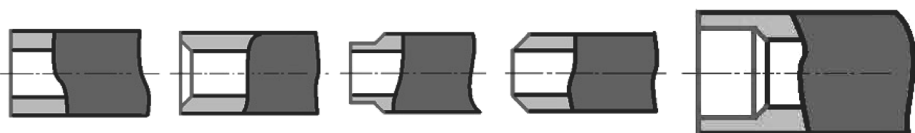
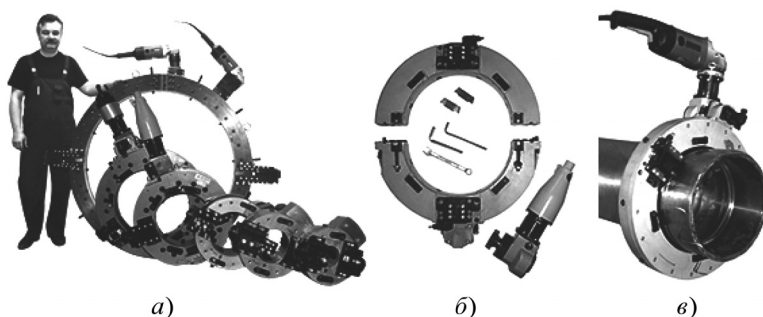
На рис. 8.8 даны примеры разделки трубы труборезом 2Т.

Труборезы разъемные (рис. 8.9) для обработки труб диаметром 14...1420 мм с толщиной стенок до 70 мм (производитель — «Констар»). Предназначены для отрезки, обработки наружной фаски и

расточки внутреннего диаметра труб под сварку; позволяют вести отрезку в любом месте трубопровода; состоят из взаимозаменяемых модулей (табл. 8.20); имеют пневматический или электрический приводы; вписываются в минимальное пространство вокруг трубы и

8.19. Модельный ряд труборезов 2Т

Труборез	Диаметр обрабаты- ваемой трубы, мм	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
2Т-194	133...194	837 × 920 × 920	230
2Т-299	219...299	837 × 1030 × 1030	251
2Т-377	325...377	837 × 1108 × 1108	272
2Т-426	426...480	830 × 1220 × 966	312
2Т-570	550...570	830 × 1340 × 1165	419
2Т-630	630	830 × 1400 × 1150	490
2Т-820	820...828	850 × 1600 × 1363	550
2Т-1020	910...1020	850 × 1545 × 1716	585

**Рис. 8.8. Примеры разделки трубы труборезом 2Т****Рис. 8.9. Разъемные труборезы:**

а — варианты исполнения для различных диаметров труб; *б* — разъемный корпус трубореза;
в — исполнение трубореза с диаметром условного прохода, имеющего электропривод

обеспечивают необходимую точность механической обработки резцами; дают возможность проводить отрезку и обработку труб, не имеющих доступа с торца.

Переносные труборезы с фрезами. Обработка труб с помощью трубореза с фрезой выполняется в определенной последовательности. Труборез устанавли-

8.20. Модельный ряд разъемных труборезов

Обозначение	Р 5950	Р 5936	Р 5937	Р 5957	Р 5958	Р 5924	Р 5925
Диапазон обработки, мм	14...38	28...60	57...108	89...168	102...219	219...325	273...426
Масса, кг	8	9	12	16	20	29	33
Обозначение	Р 5969	Р 5992	Р 5970	Р 5971	Р 5917	Р 5972	Р 5964
Диапазон обработки, мм	325...530	426...630	530...720	720...940	820...1020	940...1220	1220...1420
Масса, кг	52	60	71	86	92	97	120

ливают на поверхность трубы и закрепляют цепью. Посредством талрепа стяжки цепь натягивается. После этого включается двигатель трубореза и с помощью привода осуществляется подача режущего инструмента до тех пор, пока не будет прорезана стенка трубы. Затем включается механизм подачи. Труборез начинает обкатываться вокруг продольной оси трубы и разрезает последнюю.

Техническая характеристика фрезерного трубореза ТРФ-1400

Диапазон диаметров разрезаемых труб, мм.	200...1400
Наибольшая толщина стенки разрезаемых труб, мм.	38
Подача при обкатке, мм/мин.	30
Режущий инструмент.	Отрезная или фигурная фреза
Мощность привода, кВт.	2,2
Габаритные размеры, мм:	
длина.	720
ширина.	510
высота.	330
Масса (без цепи), кг.	105

Переносные устройства для резки труб и профильного металла. Наиболее универсальны переносные абразивно-отрезные устройства — маятниковые пилы с абразивными армированными

кругами (табл. 8.21). Маятниковые пилы просты в эксплуатации. Разрезаемое изделие закрепляют в тисках, после включения электродвигателя оператор с помощью рукоятки опускает маятник и разрезает металл.

Основные производители маятниковых пил — Московский завод навесного оборудования, станкоинструментальный завод «Красный борец» (г. Орша, Беларусь), Липецкий завод профилегибочного оборудования, Bosch (Германия), Ryobi (Япония), DeWALT (США) и другие отечественные и зарубежные машиностроительные компании.

Ручные пневматические щетки предназначены для выполнения различных работ по очистке металла от коррозии, старой краски, механических загрязнений, а также по зачистке сварных швов (табл. 8.22).

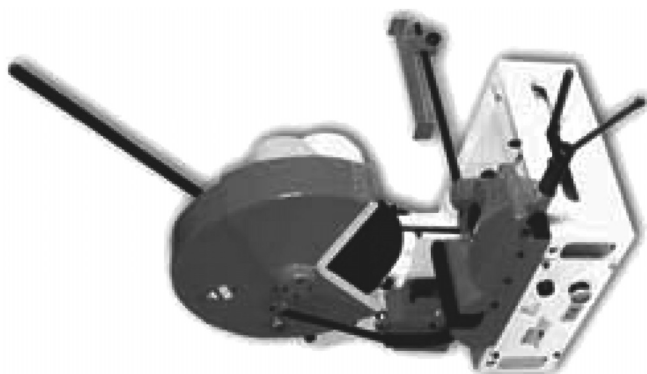
Главные изготовители этого вида ручных машин — МЗ ПСМ, ОАО «Пневмостроймашина» (г. Екатеринбург), ОАО «Конаковский завод механизированного инструмента», «Ритм», «Интерскол», Makita (Япония), Metabo (Германия), Bosch (Германия), DeWALT (США) и другие предприятия.

Механизированные напильники и шаберы. Пневматический напильник предназначен для механизации опиления при выполнении различных сле-

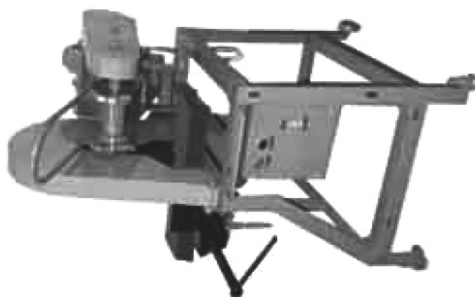
8.21. Технические характеристики абразивно-отрезных устройств маятниковых пил



Абразивно-отрезной
COM-400/COM-400Б



Абразивно-отрезной
станок ООС



Абразивно-отрезной
станок ПМ 005

Окончание табл. 8.21

Модель	Наибольшие размеры*, мм	Размеры абразивного круга: наружный диаметр × высота × посадочный диаметр, мм	Угол поворота тисков, °	Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	Мощность двигателя, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса станка, кг
Абразивно-отрезные							
СОМ-400	75/100/40	400 × (3...4) × 32	0...45	2860	2,2	1400 × 500 × 900	52
СОМ-400Б	120/120/60				4,0	1400 × 500 × 1000	100
ООС	80/80/50	400 × 3,2 × 32	-25...+45	2100	2,2	1280 × 1410 × 1130	200
ПМ 005 82АС400	14/120/80	400 × 4 × 32	0...45	2880	5,5	1300 × 580 × 1272	110
				2850		1160 × 700 × 1300	155

* № швеллера, уголка / Диаметр трубы / Диаметр прутка.

8.22. Технические характеристики ручных пневматических щеток

Параметр	ИП2104	УПРЩ-1	ПРЩ-4
Тип машины	Угловая		Торцовая
Диаметр проволоочной щетки, мм	110	100...110	90
Частота вращения шпинделя, с ⁻¹ :			
на холостом ходу	100	66	75
под нагрузкой	50	60	—
Номинальная мощность, Вт	500	550	760
Расход воздуха, м ³ /мин	0,9	0,8	
Давление, МПа	0,6	0,5	0,6
Габаритные размеры, мм:			
длина	438	370	210
ширина	120	74	170
высота	164	119	180
Масса, кг	4	3,4	3,3

сарных и монтажных работ. Он состоит из пневматического двигателя, пускового устройства и кривошипного механизма.

Техническая характеристика напильника

Рабочее давление сжатого воздуха, МПа	0,5...0,6
Длина хода напильника, мм	12
Число двойных ходов в минуту	1500
Мощность двигателя, кВт	0,15
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин.	0,25
Частота вращения двигателя, мин ⁻¹	5000
Габаритные размеры, мм:	
длина	105
ширина	170
высота	340
Масса, кг	2,9

Механизированные ручные шаберы применяют для точной обработки по-

верхностей и пригонки различных деталей. Большая часть механизированных ручных шаберов предназначена для работы от гибкого вала. Используют шаберы с рычажно-шатунным механизмом, с конической передачей и кривошипным механизмом, с эксцентриком и кулисой, с волновой канавкой и кулисой.

8.5. Ручные резьбозавертывающие машины

Для заворачивания, затяжки и отвертывания крепежных деталей резьбовых соединений, выполняемых при сборочных, ремонтных и других видах работ, применяют гайко-, шурупо-, шпилько- и муфтоверты. Эти машины различаются по конструктивному исполнению — прямые и угловые и принципу действия — безударные (статического действия) и ударные (ударно-вращательного действия). Основными параметрами для

гайковертов являются максимальный диаметр резьбы и момент затяжки.

Главные производители этого вида ручных машин — МЗ ПСМ, ОАО «Пневмостроймашина» (г. Екатеринбург), ОАО «Конаковский завод механизированного инструмента», «Ритм», «Интерскол», Makita (Япония), Metabo (Германия), Bosch (Германия), DeWALT (США) и другие предприятия.

Гайковерт статического действия состоит из двигателя и редуктора. Крутящий момент гайковерта определяется произведением момента вращения двигателя на передаточное число редуктора. Существенным недостатком таких гайковертов является передача реактивного момента на руки работающего, что ограничивает их применение до резьб диаметром 12 мм. Преимущество этих гайковертов — постоянство крутящего момента. Эти гайковерты чаще всего применяют в конвейерном способе монтажа, так как из-за большой массы они требуют специальной подвески.

Гайковерты ударно-вращательного действия наиболее распространены, поскольку отличаются значительно меньшей массой и не передают реактивный

момент на руки работающего. Гайковерты ударного действия состоят из двигателя, редуктора и ударно-импульсного механизма (в некоторых типах редуктор отсутствует).

Ударно-импульсный механизм преобразует непрерывное вращение привода в серию периодически повторяющихся ударов. Импульсное приложение энергии к резьбовому соединению обеспечивает значительное повышение выходной мощности на шпинделе, что позволяет завинчивать гайки с резьбой диаметром 80 мм.

Недостатком таких гайковертов является зависимость момента затяжки от крутильной жесткости резьбовых и соединяемых деталей, времени затяжки.

Для ограничения момента затяжки резьбовых соединений в конструкции ударно-вращательных гайковертов применяют торсионы, муфты предельного момента или учитывают время работы ударного механизма.

Электрические гайковерты изготовляют II класса защиты (табл. 8.23) с двойной изоляцией (220 В, 50 Гц).

Большинство электрогайковертов выпускается с нереверсивными элект-

8.23. Технические характеристики ручных электрических гайковертов

Параметр	ИЭ-3114А	ИЭ-3115	ИЭ-3118А	ИЭ-3120А	ГЭА-35
Диаметр резьбы, мм	16	12...30		16...42	10...20
Энергия удара, Дж	—		25	63	—
Момент затяжки, Н · м	125	700	—		350
Номинальная мощность, Вт	340	420	365	580	120
Габаритные размеры, мм:					—
длина	370	470	370	475	
ширина	70	79	80	135	
высота	237	130	210	325	—
Масса, кг	3,6	5,1	5,2	9,5	2,3

тродвигателями, позволяющими осуществлять только завертывание и затяжку гаек и болтов.

Пневматические гайковерты по конструктивному исполнению подразделяют на прямые и угловые, по направлению вращения — на правое, левое и реверсивное. Все пневматические гайковерты изготавливаются реверсивными и ударно-вращательного действия (табл. 8.24).

Резьбовые соединения диаметром более М48 рекомендуется собирать поэтапным методом, так как гайковерты, выпускаемые промышленностью под эти резьбы, имеют большую массу, неудобны в работе и практически мало способствуют сокращению трудоемкости работ.

Поэтапную сборку выполняют следующим образом: вначале гайковертами с соответствующими головками заворачивают резьбовые соединения до упора головки болта или гайки в деталь; окончательную затяжку резьбового соединения до проектной силы выполняют с помощью ключей типа УКМ, КМ или тарированными ключами.

Применение поэтапного способа позволяет сократить трудоемкость сборки в 1,5–2 раза, так как на втором этапе гайки заворачивают в зависимости от диаметра резьбового соединения на 20...60°.

При затяжке соединений с резьбой М20 и более для контроля степени затяжки рекомендуется использовать торсионы — упругие термически обработанные стержни из специальной стали, которые помещают между кончиком шпинделя гайковерта и ключом, заворачивающим гайку или болт. В момент достижения резьбовым соединением заданной степени затяжки они поглощают действие ударно-импульсного механизма вследствие упругих колебаний, предотвращая перезатягивание болтов, а при использовании мощных гайковертов — разрыв болтов или повреждения резьбы. Торсионы имеют

клеймо с указанием диаметра болта, для затяжки которого они предназначены.

Ручные шуруповерты выпускают с электрическим приводом; они служат для завертывания и отвертывания шурупов, винтов, болтов и гаек с диаметром резьбы до 6 мм (табл. 8.25). Шуруповерты с нереверсивными электродвигателями позволяют завертывать только шурупы, винты, болты и гайка.

Крепление рабочего инструмента на шпинделе обеспечивается шариковым замком. Для удобства работы при заворачивании шурупов и винтов отвертки снабжены ловителем.

На заданный крутящий момент шуруповерт тарируется силой поджатия пружины с помощью гайки.

Ручные шпильковерты служат для ввертывания резьбовых шпилек в различные детали и конструкции.

Техническая характеристика шпильковерта ИП7201

Диаметр резьбы, мм	12,14
Крутящий момент, Н·м	48
Частота вращения шпинделя, с ⁻¹ :	
при левом вращении.	17
при правом вращении	8
Пневмодвигатель:	
номинальная мощность, Вт	550
расход воздуха, м ³ /мин	1,2
давление сжатого воздух, МПа	0,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	303
диаметр.	59
Масса, кг	21

8.6. Ручные машины ударного и ударно-вращательного действия

Ручные отбойные молотки предназначены: для разрушения твердых пород, разрыхления твердого и промерзшего грунта, пробивки проемов и отверстий в кирпичных стенах, разборки бетонной кладки, пробивки борозд и ниш, разборки котлованов колодцев и траншей.

8.24. Технические характеристики ручных пневматических гайковертов

Марка	Набор головок в комплекте с кейсом	Аналог	Сила, Н · м	Резьба, мм	Масса, кг	Расход воздуха	Квадрат, мм	
ИП-3114/ВG14	—	ИП-3112	150	10...14	2,4	16 л/с	12,5	
ИП-3116/ВQ16		ИП-3127	196	12...16	3	18 л/с		
ИП-3116/89002К	8; 10; 12; 13; 14; 17; 19; 22; 24; 27	—	312	6...18	2,6	16 л/с		
ИП-3116/89003К			576		2,5			
ИП-3116/89005К					2,1			
ИП-3126	S30	—	405	max 20	3,4	0,77 м³/мин	16	
ИП-3127	S24		160	max 16	1,9	0,6 м³/мин	13	
ИП-3131	S27		250	max 18	2,1			
ИП-3120/В20	—	ИП-3126	490	18...22	6,1	30 л/с	20	
ИП-3125/89034К	17; 19; 22; 24; 27; 30; 32; 36	—	678	10...24	4,3	16 л/с		
ИП-3130/ВЕ30	—		880	22...30	7,5	40 л/с	25	
ИП-3132/89500В	36; 41		ИП-3128	1700	42	10		—
ИП-3142/89700		1650...2200		14				
ИП-3142/ВЕ42	—	ИП-3115	2000	30...42	12	37 л/с	30	
ИП-3156/ВЕ56			5000	42...56	17	42 л/с		
ИП-3172/ВЕ72		—	—	15 000	72	30	75 л/с	45
ИП31100/ВЕ100					30 000	100	Нет данных	100 л/с

8.25. Технические характеристики ручных электрических шуруповертов

Параметр	ИЭ-3604 АЭ	Ш-700 ЭР	ДША-14,4	ДША-18
Диаметр резьбы, мм	6		10	13
Номинальная мощность, Вт	270	701	—	
Частота вращения, мин ⁻¹	0...1230	0...4000	0...1250	0...1300
Напряжение, В	220		14,4	18
Масса, кг	1,85	1,95	2,1	2,4

Основными параметрами отбойных молотков являются энергия и частота ударов. По принципу преобразования энергии электрические молотки подразделяются на фугальные и компрессионно-вакуумные.

Фугальными называют электромагнитные молотки, в которых энергия питания передается на рабочий орган (боек) под воздействием переменного магнитного поля без использования промежуточного механизма.

Компрессионно-вакуумными называют молотки, в которых энергия питания передается на рабочий орган посредством бойка, пневматически связанного с последовательной работой пружины и воздушной подушки.

Пневматические молотки (табл. 8.26) проще по конструкции, но требуют наличия передвижного или стационарного источника воздуха.

Основной производитель пневматических молотков — Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева.

Ручные клепальные молотки предназначены для установки заклепок и могут быть использованы для обрубочных работ. Клепальные молотки выпускают только пневматические (табл. 8.27).

Ручные перфораторы (табл. 8.28.) служат для бурения отверстий в кирпичной кладке, бетоне, известняке и грунтах средней твердости. Перфораторы производятся с электрическим приводом.

Основные производители электрических перфораторов — отечественные предприятия (табл. 8.28) «Интерскол», «Калибо», ФГУП «Ижевский механический завод», «Ритм», а также зарубежные компании Makita, Metabo, Bosch, DeWALT и др.

8.7. Устройства для гибки труб

Гибку труб применяют при изготовлении гнутых отводов и узлов трубопроводов. Известны следующие основные способы гибки труб: холодный (гибочным сегментом на двух опорах, обкаткой роликом и с внутренним дорном) и горячий (с нагревом в пламенных печах или токами высокой частоты).

При выполнении строительно-монтажных работ широкое распространение получили ручные гидравлические трубогибы отечественного производства: ООО «Гидросфера» (г. Москва), ОАО «Техномаш» (г. Санкт-Петербург), ООО «Уралгидросервис» (г. Челябинск) и др. К ним относятся трубогибы типа ТРГ (табл. 8.29), ТГ (табл. 8.30), ТГР (табл. 8.31) и ТПГ (табл. 8.32).

Для труб диаметром 25...80 мм применяют механизм ГСТМ-21, который относится к трубогибочным станкам с вращающимся гибочным роликом и работает с использованием специальной оправки (дорна), вставляемой внутрь

8.26. Технические характеристики ручных пневматических молотков



Марка отбойного молотка	Энергия удара, Дж	Частота ударов, мин ⁻¹	Масса, кг
МО-2К	43	16,0	10
МО-2М	42	22,5	8
МО-3М	46	20,0	8,7
МО-1А (Б)	31	27,5	8,0
МО-2А (Б)	39	22,5	8,5
МО-3А (Б)	44	19,2	9
МО-4А (Б)	55	17,0	9,6
МОП-2	39	22	8,0
МОП-4	55	17	9,6
Бетоноломы:			
Б-1	65	16,0	13,1
Б-2	80		14,4
Б-3	100		15

8.27. Технические характеристики ручных пневматических клепальных молотков

Параметр	ИП4009М	ИП4010М	НП4500
Энергия удара, Дж	22,5	36	70
Частота удара, Гц	25	17	
Мощность пневмодвигателя, кВт	0,49	0,5	0,56
Диаметр заклепки, мм	16	22	38
Расход воздуха, м³/мин	1,2		2
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5		
Внутренний диаметр рукава, мм	16		18
Длина, мм	420	490	600
Масса, кг	6,5	8,5	10

изгибаемой трубы для предотвращения образования при гибке овального сечения трубы. Гибка осуществляется в холодном состоянии.

С помощью универсального станционного устройства УШТМ-2 наряду с гибкой стальных труб под углом до 90° можно осуществлять гибку алюминиевых и медных шин по плоскости и ребру.

Техническая характеристика устройства УШТМ-2

Диаметр изгибаемых труб, мм	30...60
Радиус изгиба, мм	200, 250, 400
Время нагибания одной трубы под углом 90°, с.	8
Сечение изгибаемых шин, мм	3 × 30...10 × 100
Радиус изгибаемых шин по ребру, мм:	
3 × 30...6 × 50	45
6 × 60...10 × 100	80
Мощность, кВт	3,0
Габаритные размеры, мм	790 × 750 × 1100
Масса, кг	960

8.8. Организация инструментального хозяйства

Инструментальное хозяйство включает в себя специальные подразделения монтажного управления, основными задачами которого являются:

- своевременное оснащение бригады, звена, а также каждого рабочего непосредственного на рабочем месте необходимыми ручными и переносными машинами, средствами малой механизации и ручным инструментом, способствующими достижению максимальной производительности труда;

- определение номенклатуры и количества необходимых инструментов¹ в соответствии со структурой, характером и объемами;

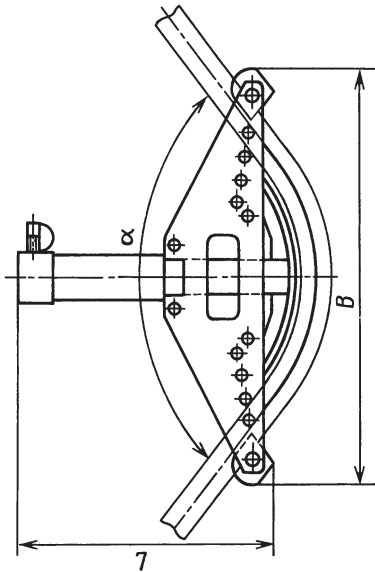
- снижение затрат на эксплуатацию инструмента путем повышения коэффициента его использования;

¹ Здесь и далее под инструментом подразумеваются ручные инструменты, ручные и переносные машины и средства малой механизации.

8.28. Технические характеристики ручных электрических перфораторов

Технические характеристики	E-113 A	E-117 A	E-118 АК	МЭП-500 ЭРУ	П-600 ЭР	П-710 ЭР	П-45 ЭР	ЭП-650/24	ЭП-1000/40
Потребляемая мощность, Вт	550		1010	500	600	710	1005	650	1000
Напряжение/частота, В/Гц	220/50								
Максимальный диаметр бур/корон	20	25	40/90	16	23	25	45/100	24	40/105
Энергия удара, Дж	1,8	2,4	465	1,8	2,0	2,6	8,0	Нет данных	
Максимальная частота вращения, мин ⁻¹	1200	800	Нет данных	900	1380	1300	170...285	840	230...450
То же, ударов, мин ⁻¹	5150	Нет данных	1500...3200	4400	6350	6200	1400...2400	4850	1250...2500
Система крепления инструмента	SDS-plus		SDS-mas	SDS-plus			SDS-mas	SDS-plus	SDS-mas
Масса, кг	2,5	2,9	6,7	2,5	2,4	2,9	7,3	Нет данных	

8.29. Технические характеристики трубобиков типа ТРГ



Обозначение	Сила, тс	Ход штока, мм	Номи- нальное рабочее давле- ние, кгс/см ²	Диаметр услов- ного прохода, мм		Угол гиба α , °	Габаритные размеры, мм			Возврат штока	Объем масла, л	Масса, кг
				мини- мальный	макси- мальный		L	B	H			

Однопоточные с пружинным возвратом штока

ТРГ 5	6	160	630	10	25	180	370	330	80	Пру- жинный	0,17	7,5
		210		15	50		440	595	170		0,34	16,5
ТРГ 20	20	250		25	100	90	600	900	250		0,95	36

Автономные со встроенным ручным насосом, с пружинным возвратом штока

ТРГ 5 ГП	6	160	630	10	25	180	790	330	205	Пру- жинный	Встроенный ручной насос	11,5

Окончание табл. 8.29

Обозначение	Сила, тс	Ход штока, мм	Номинальное рабочее давление, кгс/см ²	Диаметр условного прохода, мм		Угол гиба α, °	Габаритные размеры, мм			Возврат штока	Объем масла, л	Масса, кг
				минимальный	максимальный		L	B	H			
ТРГ 10 Н2	10	210	630	15	50	180	440	595	290	Пружинный	Встроенный ручной	25
ТРГ 20 Н2	20	250	630	25	100	90	600	900	300	Пружинный	двухрежимный насос	40
Двухштокные с гидравлическим возвратом штока, со встроенным трехпозиционным распределителем												
ТРГ 5 Р	6	160	630	10	25	180	520	330	80	Гидравлический	0,20	9,5
Комплектные с высокопроизводительной насосной станцией, системой управления и регулирования												
ТГО 15 СГК	15	300	630	25	80	90	800	800	550	Гидравлический	Полуавтоматический режим	102
ТГО 20 СГК	20			50	100		850	900	650			170

8.30. Технические характеристики трубогибов типа ТГ

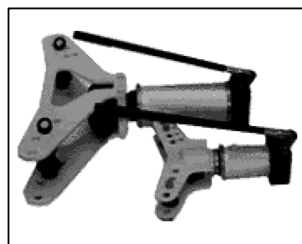


ТГ-15

Трубогибы гидравлические с ручным приводом ТГ-10, Т-12 и ТГ-15 предназначены для холодной гибки стальных труб и труб из цветных сплавов в холодном состоянии при температуре окружающей среды $-10...+40^{\circ}\text{C}$. Трубогибы работают как в горизонтальном положении, так и под углом (штоком вверх)

Характеристика	ТГ-10	ТГ-12	ТГ-15
Развиваемая мощность, кН	100 000	120 000	150 000
Ход штока, мм	315	282	368
Привод	Выносной гидравлический	Стационарный гидравлический насос с гидроцилиндром в сборе	
Размеры трубогибных насадок, дюймы	$\frac{1}{2}$; $\frac{3}{4}$; 1; $1\frac{1}{4}$; $1\frac{1}{2}$; 2; $2\frac{1}{2}$; 3	$\frac{1}{2}$; $\frac{3}{4}$; 1; $1\frac{1}{4}$; $1\frac{1}{2}$; 2	$\frac{1}{2}$; $\frac{3}{4}$; 1; $1\frac{1}{4}$; $1\frac{1}{2}$; 2; $2\frac{1}{2}$; 3
Масса, кг	75	39	57,5

8.31. Технические характеристики трубогибов типа ТГР



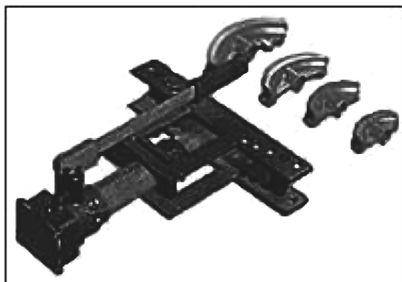
ТГР-20, ТГР-50

Трубогибы ТГР-20 и ТГР-50 с ручным гидроприводом предназначены для гибки стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262–75 в холодном состоянии, без предварительной набивки их песком или другими наполнителями при производстве монтажных работ в строительстве коммунального хозяйства. Обладают возможностью возврата поршня.

Их можно использовать для гибки и рубки полосы, а также других профилей

Характеристика	ТГР-20	ТГР-50
Развиваемая мощность, кН	12 000	100 000
Ход штока, мм	125	250
Емкость резервуара, л	0,3	1,2
Размеры трубогибных насадок, дюймы	$\frac{1}{6}$; $\frac{3}{8}$; $\frac{1}{2}$; $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$; $\frac{3}{4}$; 1; 1,25; 1,5; 2
Рабочая жидкость	Минеральное масло	
Масса, кг	12,5	58

8.32. Технические характеристики трубогибов типа ТПГ



Трубогиб ТПГ-1Б



Трубогиб ТПГ-2Б

Трубогибы переносные гидравлические с ручным насосом моделей ТПГ предназначены для холодной гибки бульдозерным методом водогазопроводных и других труб, а также проката круглого сечения.

Гидроцилиндры трубогибов имеют типовую конструкцию, которая отличается от аналогичных конструкций других фирм расположением бака для масла и каналов всасывающего и для возврата масла в бак при возвращении штока гидроцилиндра в исходное положение. Данная конструкция обеспечивает более высокую надежность работы и удобный ремонт гидроцилиндра.

В моделях трубогибов ТПГ-2Б, ТПГ-2,5Б, ТПГ-3Б используются упоры с подвесными ползунами, что исключает возможность непосредственного скольжения трубы по упору и тем самым позволяет меньшими силами получать более качественную гибку. Гибочные шаблоны изготовлены из стали методом точного литья

Характеристика	ТПГ-1Б		ТПГ-1,25Б	
Наибольшая сила гидроцилиндра, кН	45 000		50 000	
Наибольший ход штока, мм	100		125	
Сила на ручке при максимальной нагрузке, Н	300			
Габаритные размеры при транспортировании, мм	115 × 192 × 440		135 × 225 × 490	
Параметры гибочных шаблонов*, дюйм/мм	³ / ₈ /50; ¹ / ₂ /65; ³ / ₄ /80; 1/100		³ / ₈ /50; ¹ / ₂ /65; ³ / ₄ /80; 1/100; 1 ¹ / ₄ /135	
Масса, кг	16		22	
Характеристика	ТПГ-2Б		ТПГ-2,25Б	ТПГ-3Б
Наибольшая сила гидроцилиндра, кН	100 000		150 000	160 000
Наибольший ход штока, мм	180		250	230
Сила на ручке при максимальной нагрузке, Н	400			

Окончание табл. 8.32

Характеристика	ТПГ-2Б	ТПГ-2,25Б	ТПГ-3Б
Габаритные размеры при транспортировании, мм	205 × 275 × 750	225 × 290 × 790	290 × 275 × 850
Параметры гибочных шаблонов*, дюйм/мм	$\frac{3}{8}/50$; $\frac{1}{2}/65$; $\frac{3}{4}/80$; $\frac{1}{100}$; $\frac{1\frac{1}{4}}{135}$; $\frac{1\frac{1}{2}}{150}$; $\frac{2}{180}$	$\frac{3}{8}/50$; $\frac{1}{2}/65$; $\frac{3}{4}/80$; $\frac{1}{100}$; $\frac{1\frac{1}{4}}{135}$; $\frac{1\frac{1}{2}}{150}$; $\frac{2}{180}$; $\frac{2\frac{1}{2}}{210}$	$\frac{3}{8}/50$; $\frac{1}{2}/65$; $\frac{3}{4}/80$; $\frac{1}{100}$; $\frac{1\frac{1}{4}}{135}$; $\frac{1\frac{1}{2}}{150}$; $\frac{2}{180}$; $\frac{2\frac{1}{2}}{210}$; $\frac{3}{230}$
Масса, кг	54	72	95

* Отношение диаметра трубы в дюймах к радиусугиба в мм.

— сокращение непроизводительных затрат времени на такие виды работ, как замена выбывшего из строя инструмента, организация его плано-предупредительного обслуживания и ремонта и обеспечение доставки к месту проведения работ;

— организация контроля за соблюдением правил техники безопасности и техническим состоянием инструментов.

Центральная инструментальная кладовая организуется, как правило, при производственной базе управления; ее работу возглавляет слесарь-инструментальщик 5–6-го разряда. Центральную инструментальную кладовую размещают в отдельном сухом светлом помещении, которое оборудуют специальными стеллажами для хранения инструмента и приспособлений, шкафами и вращающимися стеллажами для легкого инструмента, стендами и приборами для проверки исправности инструмента, шкафами для хранения ценного и точного инструмента. Каждому виду инструмента на стеллажах должно быть отведено отдельное место.

При центральной инструментальной кладовой должно быть ремонтное отделение, выполняющее периодические проверки инструмента, его техническое обслуживание и текущий ремонт.

В центральной инструментальной кладовой получают инструмент с баз снабжения и центрального материального склада управления (треста); создают резервный запас инструмента и запасных частей; обеспечивают инструментом участки, бригады и отдельных рабочих; осуществляют хранение и учет движения инструмента; комплектуют и выдают инструмент; проводят инвентаризацию, периодические проверки, техническое обслуживание и текущий ремонт; маркируют инструмент; оформляют акты его списания.

При значительном удалении объектов монтажа от центральной инструментальной кладовой организуется *участковая инструментальная кладовая*.

Размещают участковую инструментальную кладовую в зданиях контейнерного типа (рис. 8.10) или стационарных помещениях, оборудованных стеллажами, шкафами, слесарным верстаком, стендами или приборами для проверки исправности инструмента.

В участковой инструментальной кладовой получают инструмент из центральной инструментальной кладовой; обеспечивают инструментом бригады и отдельных рабочих; осуществляют хранение и учет движения, а также техническое обслуживание инструмента и кон-

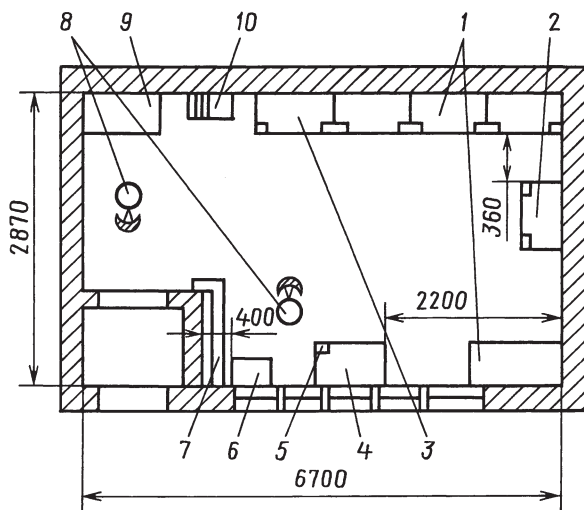


Рис. 8.10. Участковая инструментальная кладовая:

1 — стеллаж с поддонами для электрических и пневматических ручных машин, средств малой механизации, газопламенного и ручного инструмента; 2 — стеллаж с дверками для измерительного и режущего дорогостоящего инструмента и приборов; 3 — стеллаж для абразивных кругов; 4 — верстак; 5 — диски; 6 — пирамида для ударного инструмента; 7 — скоба для длиномерного инструмента; 8 — специальный стул с регулируемой высотой сидения; 9 — стол; 10 — бытовая лестница

троль за соблюдением правил его эксплуатации.

Бригадная инструментальная кладовая служит для хранения бригадного инструментального набора и инструмента периодического пользования; ее организуют непосредственно на монтажной площадке и размещают в специальном контейнере.

При наличии удаленных участков или бригад для оперативного взаимодействия центральной, участковых и бригадных инструментальных кладовых организуется *передвижная инструментальная мастерская*.

Такую мастерскую создают на базе специально приспособленного автотранспорта, оснащенного стеллажами для размещения обменного инструмента и оборудованием для технического обслуживания и проверки инструмента.

С помощью передвижной инструментальной мастерской доставляют инструмент в участковые и бригадные инстру-

ментальные кладовые; осуществляют техническое обслуживание и проверку инструмента непосредственно на рабочих местах; заменяют изношенный инструмент на работоспособный; контролируют соблюдение правил по эксплуатации.

При длительном хранении инструментов (более 3 мес) в инструментальной кладовой необходимо открытые коррелирующие части (детали) покрыть слоем технического вазелина. Покрытые защитной смазкой и не находящиеся в эксплуатации машины могут храниться без переконсервации до 12 мес.

При более длительном хранении требуется заменять защитную смазку. Хранить инструмент следует при температуре 5...25 °С и влажности воздуха не более 70 %.

В каждой кладовой должен быть перечень имеющегося инструмента с указанием его марки, типоразмера, количества и номера стеллажа или другого оборудования, где инструмент хранится.

В целях правильного учета на каждый инструмент нужно ставить клеймо управления, а на крупногабаритном инструменте крепить бирки для маркировки.

При передаче инструмента из центральной кладовой в другие подразделения инструментального хозяйства — кладовые — следует применять систему выдачи по карточкам, в которые заносят номенклатуру и количество всех инструментов.

8.9. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт ручных машин

При подготовке к работе ручной машины необходимо изучить паспорт на нее и инструкцию по эксплуатации. В процессе производства надо строго соблюдать все перечисленные в эти документах требования.

Во время подготовки к работе ручные машины необходимо расконсервировать, покрытые консервационными смазками поверхности тщательно протереть обтирочным материалом, смоченным бензином-растворителем, затем насухо вытереть.

Перед началом работы машины осматривают и убеждаются в полной их исправности. При этом проверяют: надежность крепления всех деталей; прочность затяжки всех винтов, крепящих отдельные узлы и детали; исправность редуктора при выключенном электродвигателе, для чего рукой слегка поворачивают шпиндель машины (он должен легко и плавно вращаться). Проверяют соответствие напряжения и частоты тока в электрической сети характеристикам ручной машины, указанным на табличке, исправность токоподводящего кабеля, его защитной трубки и штепсельной вилки или штепсельного соединения.

Кабель ручной машины должен быть защищен от случайных повреждений; непосредственного соприкосновения кабеля с горячими и масляными поверхностями не допускается.

В ходе работ необходимо следить за температурой ручной машины во избежание перегрева ее от перегрузки и выхода электродвигателя из строя. Температура наружной поверхности корпуса ручной машины не должна превышать 65 °С.

При работе нельзя допускать натяжения и крутых изгибов токоподводящего кабеля. Надо систематически следить за его исправным состоянием. Необходимо постоянно контролировать состояние крепежных деталей ручной машины и, если потребуются, нужно отключить машину от электрической сети и подтянуть резьбовые соединения.

Подсоединение к электрической сети и отсоединение штепсельной вилки можно проводить только при выключенной ручной машине. При внезапном останове вследствие исчезновения напряжения в электрической сети, заклинивания движущихся деталей или других помех, при смене инструмента и регулировке, переносе машины с одного рабочего места на другое, перерыве в работе, по окончании работы или смены ручная машина должна быть отключена.

При появлении постороннего шума или сильной вибрации необходимо ручную машину немедленно выключить, выявить и устранить неполадки. По окончании работы требуется отсоединить питающий кабель от сети электрического тока, протереть его и аккуратно смотать, а ручную машину тщательно очистить от пыли и грязи, рабочий исполнительный инструмент вынуть из шпинделя, машину и инструмент сдать в мастерскую или на склад. При сдаче машины рабочий должен письменно заявить о всех неисправностях, которые были обнаружены в процессе работы.

При подготовке к работе ручных машин II класса защиты с двойной изоляцией с электродвигателями типа КНД необходимо проверить техническое состояние коллекторных щеток и коллектора; щетки должны быть хорошо прошлифованы и

притерты по поверхности коллектора не менее чем на 2/3 площади щетки.

При подготовке к работе ручных машин III класса защиты с повышенной частотой электрического тока, с асинхронными электродвигателями типа АП следует первоначально убедиться в полной исправности преобразователя частоты тока. Для этого нужно проверить надежность затяжки всех резьбовых соединений, удостовериться в исправности изоляции токоподводящего кабеля и пусковой аппаратуры, затем проконтролировать соответствие напряжения в сети паспортным данным преобразователя частоты тока, а также надежность заземления корпуса этого преобразователя. Необходимо удостовериться в безотказности работы преобразователя путем пуска его вхолостую в течение 1 мин. Пуск преобразователя должен проводиться без нагрузки. Следует проверить работу выключателя посредством нескольких повторных включений машины на холостом ходу.

Только после этого можно устанавливать рабочий исполнительный инструмент и приступать к работе ручной машиной.

При подготовке к работе ручных машин I класса защиты с одинарной изоляцией прежде всего требуется надеть средства индивидуальной защиты — резиновые перчатки и боты, осмотреть защитно-отключающее устройство, находящееся в комплекте поставки этих машин, и проверить соответствие напряжения и частоты тока питающей сети; проверить надежность сцепления вилки и розетки

штепсельного соединения; при этом накидная гайка должна быть завинчена.

У ручных пневматических машин после снятия наружной смазки подвергают расконсервации внутренние поверхности. Для этого машину устанавливают в вертикальное положение, нажимают на рычаг пускового устройства и через штуцер заливают 35...50 см³ керосина. Затем двигатель пневматической машины продувают сжатым воздухом с целью удаления керосина и растворенной консервирующей смазки. Через пробку-фильтр при открытом пусковом устройстве следуют залить 20...30 см³ турбинного масла.

Обязательно проверяют наличие и чистоту сетки фильтра, а также чистоту конуса в шпинделе ручной машины. Давление сжатого воздуха в сети должно быть не менее 0,5 МПа на входе в ручную машину. После этого контролируют и продувают рукав.

В случае питания ручной пневматической машины от воздухопровода вблизи рабочего места машины должны быть установлены фильтр-влагоотделитель, регулятор давления, манометр, масло-распылитель, кран управления и рукав.

В процессе работы нельзя допускать повреждения и перегибов рукава под острым углом.

Смазывание ручной машины должно проводиться в соответствии с картой или схемой смазывания, прилагаемой к паспорту каждой машины. При коротких перерывах в работе ручную машину необходимо аккуратно укладывать, предохраняя ее от повреждений и загрязнений.

Глава 9

СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ

9.1. Разметка заготовок и деталей

Разметкой называют процесс нанесения рисок с кернением на подготовительные поверхности заготовки, которые определяют контуры детали или мест, подлежащие обработке. Разметку используют преимущественно для единичного и мелкосерийного изготовления деталей.

Линейную разметку применяют перед резкой фасонного проката, проволоки, труб и т.п.

Плоскостную разметку используют при обработке листового металла, переносе размеров с шаблона на заготовку или с одной детали на другую. Разметку листовых металлоконструкций выполняют по развертке либо геометрическими построениями. Разметку фундаментов осуществляют с помощью оптических приборов, струн и отвесов. При плоскостной разметке применяют обычные приемы черчения с использованием специального разметочного инструмента.

Разметка по месту заключается в нанесении центров отверстий под болты или шпильки через отверстия одной детали на поверхность другой. Например, через опорную часть корпусной детали размечают отверстия в фундаментах под самоанкерующиеся болты.

При *пространственной разметке* размечают не только отдельные поверхности заготовок, расположенные в различных плоскостях, но и проводят взаимную увязку этих поверхностей между собой.

Перед разметкой тщательно проверяют отсутствие на заготовке трещин, раковин или других дефектов, а также возможность изготовления из заготовки детали требуемых размеров. Затем поверхности заготовок очищают, обезжирива-

ют и окрашивают, чтобы разметочные риски были более четкими (табл. 9.1).

При пространственной разметке заготовку устанавливают на чугунную плиту. С помощью разметочных призм, подкладок, клиновых домкратов деталь выставляют так, чтобы ее база или главная ось была параллельна плоской поверхности плиты (разметочной).

Положение заготовки проверяют в нескольких точках, нанося горизонтальные риски штангенрейсмасом, чертилку которого устанавливают на нужный размер. Вертикальную разметку выполняют слесарными угольниками (плоскими или с широким основанием).

При нанесении прямых рисок линейку или угольник плотно прижимают к заготовке тремя пальцами левой руки так, чтобы между ними и заготовкой не было просвета. Чертилкой как карандашом, не прерывая движения, проводят риску необходимой длины за один раз. Криволинейные риски наносят с помощью лекал и разметочного циркуля. Линии, вдоль которых будет проводиться обработка, накернивают.

Расстояние между кернами может быть 5...150 мм в зависимости от формы риски и размеров детали. На прямых линиях керны ставят реже, а на кривых и ломаных — чаще. Острые кернера устанавливают точно на риске с легким наклоном от себя. Перед нанесением удара по бойку кернер переводят в вертикальное положение. Для накернивания используют молотки массой 100...150 г.

9.2. Правка, рихтовка и гибка

Правка — слесарная операция по устранению дефектов заготовок в виде волнотности, выпуклости, коробления, ис-

9.1. Метод очистки и материал для окраски в зависимости от размечаемых поверхностей деталей

Детали	Метод очистки	Материал для окраски
Отливки и поковки	Стальными скребками, ручными металлическими щетками (мелкие детали) или механизированными щетками и ротационными машинами (крупные детали)	Мел, разведенный в воде до молокообразного состояния, сиккатив (для быстрого высыхания), столярный клей (50 г на 1 л воды). Кусковой мел
Обработанные мелкие из стали и чугуна	Обезжиривание в 10 %-ном растворе едкого натра	Раствор медного купороса (20...30 г купороса на 250 г воды)
Обработанные стальные и чугунные крупные, алюминиевые отливки	Не очищают	Нитрокраска, нитроэмаль
Из цветных металлов горячекатаного листового и профильного стального проката	То же	Не окрашивают

кривления и т.д. Сущность правки заключается в сжатии выпуклого слоя металла и расширения вогнутого слоя. Правку осуществляют в холодном или нагретом состоянии заготовки (в зависимости от ее размеров и материала). Правка может быть ручной или машинной на специальных вальцах или прессах. Различают правку заготовок из листа, профильного металла и труб.

Ручную правку заготовок из листа выполняют на чугунной или стальной плите специальными молотками со сферическим бойком; заготовки из тонкого листа правят молотками со вставным бойком из мягкого металла или деревянным молотком — киянкой.

Наиболее сложна правка листов. Лист укладывают на плиту, линейкой определяют места выпуклостей, границы которых обводят мелом. Схемы нанесения ударов при правке выбирают в зависимости от числа выпуклостей и их расположения. При наличии одной выпуклости в середине листа удары наносят, начиная от края листа по направлению к выпуклости, изменяя силу и ме-

сто ударов молотком. При правке листа с несколькими выпуклостями удары начинают наносить от промежутка между выпуклостями, постепенно приближаясь к их середине.

Для правки лист кладут на плиту выпуклостью вверх, поддерживая его левой рукой; правой наносят удары молотком. Удары должны быть частыми, но не сильными.

Правку полос, изогнутых по ребру, осуществляют следующим образом: определяют кривизну линейкой или на глаз, отмечая ее границы мелом. Широкой поверхностью полосы кладут на плиту и наносят удары поперек полосы по краю вогнутой стороны. Полоса односторонне вытягивается в результате «разгона» металла, принимая прямолинейную форму. Этот способ применяют при правке уголка с небольшой кривизной полки.

Заготовки круглого сечения (прутки) правят на плите, в призмах или с помощью ручного пресса. Удары молотком наносят по выпуклой части от края изгиба к его средней части. Правку закан-

чивают легкими ударами, поворачивая деталь вокруг своей оси.

Этот способ правки используют и для правки стальных труб.

Когда сила удара молотком не обеспечивает правку, применяют ручные винтовые прессы. На столе пресса устанавливают две призмы, на которых размещают изогнутый вал или трубу так, чтобы призматический наконечник на штоке пресса находился над местом наибольшей кривизны. Плавно вращая маховик, подводят наконечник винта к месту изгиба. Затем винтом нажимают на исправляемый вал.

Профильный металл правят подогревом газопламенной горелкой или резак-ом. В частности, серповидность выправляют путем формирования зоны подогрева в виде треугольника или трапеции с основанием, обращенным в сторону выпуклости; в процессе остывания происходит деформация заготовки, величина которой определяется площадью и степенью нагрева.

Рихтовка является разновидностью правки. Рихтовку выполняют на термообработанных деталях. Особенность рихтовки заключается в том, что выпрямление детали происходит в результате нанесения ударов носком закругленного и закаленного бойка молотка по вогнутой части детали. Последнюю устанавливают на стальной термообработанной рихтовальной бабке. Рабочая поверхность рихтовальной бабки цилиндрической формы должна иметь сферу радиусом 150...200 мм.

Плоские заготовки рихтуют на плоской правильной стальной плите. Полосу располагают на плите вогнутой стороной вверх. Удары молотком наносят на месте соприкосновения детали с плитой от края вогнутости к ее середине. Силу удара выбирают в зависимости от толщины и кривизны детали.

Гибка — слесарная операция, при которой заготовке или ее части придается изогнутая форма в соответствии с требо-

ваниями чертежа. Гибке подвергают заготовки из полосовой и листовой стали, прутка, а также труб. Последовательность операции гибки зависит от размеров и материала заготовки. Расчет длины и ширины заготовки выполняют по чертежу с учетом радиусов всех изгибов. Размер минимально допустимого радиуса изгиба зависит от механических свойств материала заготовки, от технологии гибки и качества поверхности заготовки (табл. 9.2).

При гибке заготовок из полосового и листового материала их наружная часть вытягивается, а внутренняя сжимается. Поэтому при разметке надо учитывать припуск с внутренней стороны на каждый изгиб в пределах 0,5...0,8 толщины заготовки. Для гибки под прямым углом заготовку после разметки зажимают в тисках с нагубниками так, чтобы риска изгиба совпала с верхней плоскостью нагубника. Ударами молотка загибают одну сторону заготовки и, повторяя операцию, загибают при необходимости вторую сторону. При криволинейной гибке используют различные оправки, которые и зажимают в тисках вместе с заготовкой. Ударами молотка конец заготовки загибают по оправке, добиваясь плотного прилегания ее к поверхности оправки. Если требуется, заготовку с оправкой переставляют и операцию повторяют.

Основной подготовительной операцией при изготовлении трубопроводов является *гибка труб* под различными углами, которую выполняют с помощью специальных приспособлений или на трубогибочных станках. В зоне изгиба толщина стенки трубы по наружной стороне уменьшается, а по внутренней увеличивается. Радиус изгиба устанавливают по нормативным документам; его обычно назначают не менее $2D_n$, где D_n — наружный диаметр. Допускаемая овальность в зоне изгиба труб D_n до 250 мм не должна превышать 10 %, а для $D_n = 300...400$ мм — 6...8 %.

9.2. Минимально допустимые радиусы гибки (мм) заготовок из листового материала

Толщина заготовки, мм	Материал заготовки				
	Сталь	Дуралюмин	Алюминий	Медь	Латунь
0,4	0,5	1,5	0,5	0,4	0,5
0,5	0,6		0,5		
0,6	0,8	1,8	0,6		
0,8	1,0	2,4	1,0	0,8	
1,0	1,2	3,0	1,0		
1,2	1,5	3,6	1,2	1,0	1,2
1,5	1,8	4,5	1,5		
2,0	2,5	6,5	2,0	1,5	2,0
2,5	3,5	9,0	2,5	2,0	2,5
3,0	5,5	11,0	3,0	2,5	3,5
4,0	9,0	16,0	4,0	3,5	4,5
5,0	13,0	19,5	5,5	4,0	5,5
6,0	15,5	22,0	6,5	5,0	6,5

Гибку труб в холодном состоянии применяют при изготовлении трубопроводов D_n до 150 мм. Для холодной гибки труб используют три основных способа: на двух опорах, обкаткой роликом и с внутренним дорном. Гибку на двух опорах осуществляют в специальных станках. Ее применяют для труб диаметром до 125 мм. Холодная гибка труб обкаткой роликом рекомендуется для труб диаметром до 32 мм. Трубу жестко прикрепляют скобой к неподвижному гибочному диску, а обкатывающий ролик перемещают по дуге вокруг гибочного диска и изгибают трубу. Радиусы ручьев гибочного диска и обкатывающего ролика должны точно соответствовать наружному диаметру изгибаемой трубы.

Холодную гибку с внутренним дорном используют для тонкостенных труб

наружным диаметром 32...219 мм. Изгибаемую трубу надевают на штангу с внутренним дорном, который располагают в месте изгиба. Это предохраняет трубу от возникновения овальности и образования гофр. Конец трубы зажимают между гибочным диском, имеющим полукольцевую выточку (ручей), и вкладышем с такой же полукольцевой выточкой. В процессе гибки диск, поворачиваясь, увлекает за собой трубу, сталкивая ее с внутреннего дорна. Труба, прижатая к ползуну, в результате трения продвигается вперед. Форма внутренних дорнов может быть ложко- или шарообразной. Трубы при холодной гибке продувают сжатым воздухом, а их внутреннюю поверхность смазывают машинным маслом или мыльной эмульсией.

Гибку труб в горячем состоянии выполняют двумя способами: с нагревом

токами высокой частоты (ТВЧ) и с нагревом в пламенных печах или горнах с наполнителем (набивкой песком). Гибка труб с нагревом ТВЧ, применяемая наиболее широко, заключается в непрерывном последовательном изгибе небольшого участка трубы, нагреваемого в кольцевом индукторе под действием электромагнитного поля, которое создается ТВЧ. При гибке труб с нагревом ТВЧ используют три схемы: с отклоняющим роликом, с водилом и «подсадкой».

Гибку труб из цветных металлов осуществляют в холодном состоянии: диаметром до 38 мм при радиусе изгиба не менее $2,5 D_n$ без дорна и наполнителя, а диаметром более 38 мм с радиусом изгиба не менее $3 D_n$ с дорном или наполнителем (песком).

9.3. Рубка, резание и опилование

Рубка — слесарная операция, при выполнении которой с помощью зубила и слесарного молотка либо удаляется с поверхности заготовки слой металла, либо заготовка разрубается на части. Рубку применяют в тех случаях, когда станочная обработка нерациональна или трудновыполнима.

Рубка, как правило, является подготовительной операцией. Точность обработки с помощью рубки не превышает $\pm 0,5$ мм. Рубку проводят в тисках. Заготовки из листового материала рубят на части на плите. При рубке заготовок из вязких металлов рабочую кромку зубила следует смачивать индустриальным маслом. Заготовки из хрупких металлов (чугуна, бронзы) рубят от края к середине.

Для облегчения и ускорения рубки широких поверхностей предварительно прорубают канавки крейцмейселем, а затем срубуют зубилом оставшийся между канавками металл. Толстые заготовки надрубают с обеих сторон, а затем ломают.

Ударным инструментом при рубке служат ручные слесарные, пневматические или электрические молотки, а режущим — зубила, крейцмейсели, бородки, выколотки. Производительность механизированной рубки возрастает в 4–5 раз по сравнению с ручной. При выборе слесарного молотка учитывают ширину лезвия зубила: на 1 мм ширины лезвия зубила должно приходиться 30...40 г массы молотка, а для крейцмейселя — 80 г. Углы заострения у зубил и крейцмейселей должны быть следующие, °:

Чугун, твердая сталь, бронза	70
Сталь мягкая и средней твердости.	60
Латунь, медь, титановые сплавы	45
Алюминиевые сплавы.	35

На монтажной площадке при установке оборудования на фундаменты осуществляют рубку бетонных поверхностей фундаментов и металлических поверхностей подкладок после газовой резки.

Резка — слесарная операция разделения заготовок из листового и профильного материала и труб на части. В зависимости от размера, формы и материала заготовок резку осуществляют с помощью ручного или механизированного инструмента: ножниц, острогубцев, ручных ножовок, труборезов. Различают резку металла со снятием стружки и без нее.

Ручными ножницами осуществляют резку заготовок из тонкого листового и полосового материала (толщиной 0,5...1,0 мм из стали и толщиной до 1,5 мм из цветных металлов). Для резки по прямой линии и окружности большого радиуса используют ножницы с прямыми лезвиями, а для вырезки фигурных профилей с малыми радиусами — ножницы с криволинейными лезвиями.

Режущие кромки ножниц сдвигаются одна относительно другой постепенно. Кромки ножниц в шарнирном со-

единении должны плотно прилегать друг к другу и иметь легкий ход. При тугом ходе возникает большое трение, вызывающие излишние усилия в работе и быстрое изнашивание режущих кромок.

При большом зазоре между режущими кромками разрезаемый материал будет сминаться и заклиниваться. Ножницы держат в правой руке, охватывая рукоятки четырьмя пальцами и прижимая их к ладони, мизинец помещается между рукоятками ножниц. Удерживая лист левой рукой, подают его между режущими кромками, направляя верхнее лезвие точно посередине разметочной линии, которая должна быть видна при резке.

При резке по прямой линии следует применять левые ножницы и измерять величину раскрытия их настолько, чтобы они могли захватить лист на длину не более 30 мм по прямой риске. При резке по наружным фигурным контурам лист поворачивают так, чтобы ножницы не закрывали линию резки.

Заготовки режут также ручными ножницами с зажатием одной рукоятки в тисках. Этот прием используют при резке заготовок толщиной до 1,2 мм по прямой линии. Для резки заготовок из листового материала толщиной до 2,0 мм применяют рычажные ножницы.

Острогубцами (торцовыми кусачками) режут проволоку диаметром до 5 мм. Перед резкой ее правят, протягивая вокруг круглой оправки. Проволоку помещают между лезвиями так, чтобы она располагалась перпендикулярно к ним. Угол заострения режущих кромок выбирают в зависимости от твердости разрезаемого материала; обычно он равен 55...60°.

Ручные ножовки применяют для резки толстых листов, профильного проката и труб. Ручной ножовкой прорезают шлицы, пазы, обрезают и вырезают заготовки по контуру. Заготовку зажимают в слесарных тисках, размечают; при необходимости трехгранным напильником дают пропил по риске и выполняют

резку. Трубы зажимают в специальном трубожиме, закрепленном на верстаке. Место реза должно быть как можно ближе к прижиму.

Для резки ручную ножовку необходимо правильно закреплять и иметь отработанную координацию движений. Движения при работе ножовкой должны быть плавными, без рывков и с таким размахом, чтобы в резке участвовали все зубья полотна. Скорость движений при резке ножовкой должна составлять 30...60 ходов в минуту.

Заканчивая резку, следует ослабить нажим на ножовку, уменьшить скорость движений, чтобы избежать поломки полотна. Полотна ручных ножовок с шагом 0,8...1,0 мм используют для резки тонкостенных труб и листового материала; с шагом 1,25 мм — для резки профильного проката; с шагом 1,6 мм — во всех остальных случаях резки. Перед работой полотно смазывают густой смазкой или индустриальным маслом.

Для резки труб кроме ручной слесарной ножовки применяют ручной труборез, у которого режущими частями являются стальные диски-ролики. Трубу зажимают в прижиме, надевают на труборез и, вращая рукоятку трубореза вокруг своей оси, доводят подвижный ролик трубореза до соприкосновения со стенкой трубы. За рукоятку трубореза поворачивают вокруг трубы на один оборот, проверяют соответствие разметки и прорезанной линии, затем вращают труборез вокруг трубы до тех пор, пока ее стенки не будут прорезаны.

При больших объемах резки листового материала по прямолинейному и фигурному профилям с толщиной разрезаемого листа 2,5...4,8 мм используют ручные пневматические и электрические ножницы. Различают ножевые и прорезные ножницы. У ножевых ножниц один нож подвижный, другой неподвижный, а у прорезных ножниц материал последовательно просекается пуансоном.

Опиливание — слесарная операция, при которой с поверхности заготовки снимают слой материала с помощью напильника или надфиля. Опиливанием придают детали требуемую форму и размеры, пригоняют сопрягаемые поверхности по месту. Различают опиливание грубое, когда снимают слой металла толщиной до 1,0 мм, и тонкое, когда слой снимаемого металла не превышает 0,3 мм. Опиливанием обрабатывают плоские и криволинейные поверхности, пазы, канавки, отверстия различной формы и т.д. Точность, достигаемая при опиливании напильниками различных типов, приведена в табл. 9.3.

Напильник — это многолезвийный режущий инструмент. По числу зубьев на 1 см длины различают напильники шести номеров: 0; 1 — драчевые; 2; 3 — личные; 4 и 5 — бархатные. Драчевые напильники применяют для черногого опиливания, бархатные — для доводки поверхности.

При опиливании заготовку зажимают в тисках так, чтобы опиლიваемая поверхность выступала над уровнем губок на 8...10 мм. Для предохранения заготовки от вмятин при зажиме на губки тисков надевают нагубники из мягкого материала. Опиливание начинают с проверки припуска на обработку, который должен обеспечить изготовление детали по размерам, указанным на чертеже. В зависимости от требования к параметрам шероховатости поверхности

опиливание осуществляют драчевым, личным или бархатным напильником. Для получения правильно опиленной прямолинейной поверхности опиливание ведут в перекрестных направлениях под углом 30...40° к боковым сторонам заготовки.

Напильник не следует выводить на углы заготовки, так как уменьшается площадь опоры напильника, снимается большой слой металла — образуется «завал» края обрабатываемой поверхности. Образованию завалов способствует изгиб заготовки. Отклонение от плоскостности поверхности проверяют лекальной линейкой на просвет, накладывая ее в различных направлениях. Для улучшения условий опиливании, исключения завалов и т.п. применяют специальные приспособления: опилолочные призмы, универсальные наметки, кондукторы.

При обработке плоских поверхностей, расположенных под углом 90°, сначала опиляют поверхность, принимаемую за базу, затем — поверхность, перпендикулярную к базе. Контроль осуществляют по внутреннему углу угольника.

Выпуклые криволинейные поверхности обрабатывают с покачиванием напильника: в начале перемещения напильника его носок касается заготовки, а ручка опущена; по мере продвижения напильника носок опускается, а ручка приподнимается; при обратном ходе движения напильника противоположны.

9.3. Достигаемая точность (мм) при опиливании

№ насечки напильника	Толщина слоя металла, снимаемого за одно движение, мм	Средние отклонения	
		от прямолинейности или плоскостности	от заданного размера
0; 1	0,05...0,1	0,15...0,2	0,2...0,3
2; 3	0,02...0,06	0,03...0,06	0,05...0,1
4; 5	—	0,01...0,02	0,02...0,05

Вогнутые криволинейные поверхности в зависимости от радиуса кривизны обрабатывают круглыми или полукруглыми напильниками. Напильник совершает сложное движение — вперед и в сторону с поворотом вокруг своей оси.

Распиливание отверстий различной формы начинают с разметки и выполняют напильниками соответствующей конфигурации.

Одним из основных условий высококачественной обработки является правильный выбор напильников. Их выбирают по профилю сечения в зависимости от формы обрабатываемого отверстия: для квадратных отверстий — квадратные; для прямоугольных отверстий — плоские и квадратные; для трехгранных отверстий — трехгранные, ромбические и полукруглые; для шестигранных отверстий — трехгранные и квадратные. Напильники должны иметь ширину рабочей части не более 0,6...0,7 размера стороны или диаметра отверстия; длина напильника определяется размером опиливаемой поверхности плюс 200 мм.

Для обработки отверстий с криволинейными контурами применяют круглые и полукруглые напильники, у которых радиус закругления меньше радиуса закругления обрабатываемой поверхности. Надфили предназначены для обработки труднодоступных и узких мест. Контроль осуществляют штангенциркулем или специальными шаблонами.

Взаимная пригонка опиливанием двух деталей, сопрягающихся без зазора с большой точностью, называется *припасовкой*. Припасовка выполняется как окончательная операция при обработке деталей шарнирных соединений и чаще всего при изготовлении различных шаблонов. Для припасовки используют напильники и надфили с мелкой насечкой.

От стружки напильники и надфили очищают стальной щеткой, а сильно загрязненные опускают в 10 %-ный раствор серной кислоты на 10...12 мин, за-

тем промывают в воде и очищают стальной щеткой. Стойкость слесарных напильников общего назначения при опиливании заготовок из стали составляет в среднем 100 ч, при опиливании заготовок из цветных металлов 140 ч.

9.4. Сверление, развертывание, зенкерование и зенкование

Сверлением называют процесс образования отверстий в сплошном материале режущим инструментом — *сверлом*. Точность обработки не превышает 11...12-го квалитетов и шероховатость поверхности $R_z = 25...80$ мкм. Сверлением получают отверстия под крепежные болты, шпильки, заклепки, а также отверстия, предназначенные для дальнейшей обработки: рассверливания, зенкерования, развертывания и нарезания резьбы. Различают сверление сквозных отверстий, глухих отверстий и рассверливание. В тех случаях, когда заготовку нельзя установить на станке или отверстия расположены в труднодоступных местах, сверление осуществляют с помощью ручных дрелей, электрических или пневматических ручных машин.

Сверление на станках выполняют, осмотрев и подготовив станок к пуску, проверив плавность хода гильзы шпинделя, перемещение рукоятки подъема, подачу охлаждающей жидкости, исправность местного освещения и наличие инструмента. Сверла, имеющие цилиндрический хвостовик, закрепляют в патроне. Конусный хвостовик патрона устанавливают в отверстие шпинделя сверлильного станка и проверяют его биение. Сверла с коническим хвостовиком размещают непосредственно в шпинделе станка. В тех случаях, когда конус хвостовика сверла меньше конуса в шпинделе, применяют переходные втулки. Установка сверл с коническим хвостовиком обеспечивает их лучшие центрирование и закрепление по сравнению с установкой

сверл в патроне. Для съема патрона или сверла в выбивное отверстие шпинделя вставляют клин, легкие удары молотком наносят по концу клина. Деталь закрепляют в тисках.

При сверлении отверстий диаметром более 10 мм тиски крепят к столу болтами, головки которых закладывают в продольные канавки на столе станка.

Сверление выполняют, предварительно совместив ось сверла с центром отверстия. Перемещение сверла на требуемую глубину определяют по линейке, закрепленной на станке, либо по лимбу. Для обеспечения максимальной производительности, сохранения стойкости сверл и качества обработки выбирают режим резания, т.е. сочетание скорости резания и подачи. Зная диаметр сверла, материал, из которого оно сделано и марку материала заготовки, можно выбрать режимы резания. Режимы резания при сверлении приведены в табл. 9.4. Во время работы сверло сильно нагревается, вызывая притупление режущих кромок, поэтому рекомендуется применять смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС).

Для повышения производительности труда и точности сверления отверстий применяют специальные приспособления — кондукторы. Точность свер-

ления обеспечивается направлением сверла через направляющие закаленные втулки, укрепленные в корпусе кондуктора. При небольшой партии одинаковых деталей вместо кондуктора используют шаблон в виде пластины, форма которой соответствует форме детали. Шаблон накладывают на деталь, фиксируют в определенном положении и закрепляют струбцинами. При сверлении плоских тонких одинаковых деталей их собирают в пачку, накладывают шаблон и плотно стягивают струбцинами.

При глухом сверлении необходимо периодически выводить сверло из отверстия для удаления стружки из канавки сверла. При сверлении сквозных отверстий во избежание поломки сверла уменьшают подачу при его выходе. В процессе сверления пользуются ручной подачей. Сверление по разметке выполняют в два приема: пробное сверление, при котором сверлят небольшое углубление для контроля положения сверла, и окончательное по центру намеченного отверстия. Для получения отверстий диаметром более 20 мм предварительно сверлят отверстия сверлом меньшего диаметра и затем рассверливают его под размер сверлом большего диаметра. Разность диаметров первого и второго сверла составляет 10...15 мм.

**9.4. Скорость резания, м/мин (числитель),
и частота вращения шпинделя, мин⁻¹ (знаменатель)¹**

Подача	Диаметр сверла, м				
	6	8	10	12	14
0,18	27,6/1465	31,2/1235	33,8/1075	31,7/840	38,7/880
0,20	25,6/1355	28,7/1145	31,4/1000	29,5/781	36,1/818
0,25	22,9/1215	25,6/1020	28,0/894	26,3/697	32,1/731
0,30	20,9/1110	23,4/935	25,6/815	24,0/636	29,4/667

¹ При сверлении углеродистой конструкционной стали с $\sigma_B = 650$ МПа сверлом из стали P18 и работе с охлаждением.

При сверлении деталь устанавливают так, чтобы верхняя поверхность с размеченным отверстием была горизонтальной, иначе при незначительном перекосе сверло смещается — его «уводит» в сторону. В случае эксцентрического расположения отверстия относительно разметки его необходимо выправить. Для этого крейцмейселем с полукруглой режущей кромкой прорубают канавку в сторону, противоположную смещению сверла, размечают центр отверстия и заворачивают. Окончательное сверление проводят после определения правильного расположения отверстия.

Для обеспечения точности рассверливание отверстий осуществляют с одной установки. Для этого из шпинделя вынимают сверло меньшего диаметра и вставляют сверло, диаметр которого соответствует заданному.

Наиболее сложной операцией является сверление отверстий в цилиндрических деталях. Вал или трубу укладывают в призму и с помощью штангенрейсмаса выполняют разметку и накернивают центры отверстий. Призму и деталь закрепляют на столе станка, совмещают сверло с намеченным углублением на детали и выполняют сверление.

Сверление электрическими или пневматическими ручными машинами выполняют в такой последовательности. Размечают и накернивают места сверления, подбирают сверло необходимого диаметра, закрепляют его в патроне и устанавливают патрон в шпинделе сверлильной машины. Подсоединяют токоподводящий провод к электросети или шланг к пневмосети. Проверяют работу машины на холостом ходу и биение сверла в патроне. Устанавливают сверло вершиной в керновое углубление и сверлят отверстие. В процессе сверления следят, чтобы ось сверла была перпендикулярна к плоскости сверления. Не выключая сверлильную машину, выводят сверло из отверстия. Отверстия диаметром до 9; 15 и 23 мм сверлят соответ-

ственно машинами легкого, среднего и тяжелого типа.

Сверление ручной дрелью выполняют в тех случаях, когда необходимо просверлить отверстие малого диаметра в труднодоступном месте крупногабаритного оборудования. При сверлении ручной дрелью работающий должен одновременно удерживать дрель в определенном положении, осуществлять соответствующий нажим, направленный по оси просверливаемого отверстия, и вращением рукоятки приводить во вращение сверло. Порядок выполнения операции при сверлении ручной дрелью аналогичен сверлению электрическими машинами.

Высокие производительность и точность сверления отверстий обеспечиваются правильно заточенным сверлом (с одинаковыми по размеру и остроте режущими кромками, определенным углом при вершине сверла, симметрично расположенным относительно его оси). Угол при вершине сверла выбирают в зависимости от материала заготовки: для стали и чугуна он должен составлять 116...118°, для латуни и бронзы 130...140°.

Спиральные сверла затачивают на заточном станке с мелкозернистым шлифовальным кругом. Взяв сверло левой рукой за рабочую часть на расстоянии 15...20 мм от режущих кромок, правой охватывают хвостовик, слегка прижимая сверло к поверхности абразивного круга так, чтобы режущая кромка располагалась горизонтально и плотно прилегала задней поверхностью к кругу. Плавным движением правой руки, не отнимая сверла от круга, поворачивают его вокруг своей оси и, соблюдая правильный наклон, затачивают заднюю поверхность.

Заточку проводят с охлаждением, периодически погружая конец сверла в воду. После заточки задних поверхностей режущие кромки должны быть прямыми. По мере стачивания сверла образуется поперечная кромка,

которую укорачивают подточкой. Подточку поперечной кромки применяют для сверл диаметром более 12 мм. Качество заточки сверл проверяют специальным шаблоном.

Развертывание отверстий применяют для получения точного по размеру и форме отверстия с шероховатостью поверхностей в пределах $R_z = 1,25 \dots 0,16$ мкм. Развертывание отверстий выполняют вручную, электро- и пневмосверлильными ручными машинами или на сверлильных станках *развертками*. Гладкие цилиндрические отверстия обрабатывают развертками с прямыми канавками, отверстия со шпоночным пазом — развертками со спиральными канавками, а отверстия под конические штифты — коническими развертками соответствующей конусности. Диаметр развертки подбирают по диаметру отверстия, а припуск под черновое и чистовое развертывание определяют в зависимости от его диаметра.

Диаметр отверстия, мм	7...6	6...18	18...30	30...50
Припуск под развертывание, мм:				
черновое	0,15	0,3	0,4	0,5
чистовое	0,05	0,10	0,2	0,25

В качестве СОТС при ручном развертывании отверстий в заготовках из стали применяют эмульсии и минеральное масло. В заготовках из бронзы и латуни развертывание осуществляют без масел.

Ручное развертывание цилиндрическими развертками выполняют следующим образом. Заготовку с предварительно просверленным отверстием закрепляют в тисках так, чтобы был свободный выход развертки снизу отверстия. Рабочую часть черновой развертки смазывают минеральным маслом. Ее заборную часть вставляют в отверстие без перекося. На хвостовик надевают вороток и, слегка нажимая одной рукой на развертку, другой вращают вороток по часовой стрелке.

Периодически развертку извлекают из отверстия для очистки от стружки и смазочного материала. Черновое развертывание заканчивают, когда $3/4$ рабочей части развертки войдет в отверстие. Черновую развертку выводят из отверстия (обратное вращение не допускается) и в отверстие вставляют чистовую развертку. Операцию повторяют в той же последовательности.

Развертывание конических отверстий выполняют черновой, промежуточной и чистовой развертками в той же последовательности, что и развертывание цилиндрических отверстий.

При развертывании отверстий машинными развертками, в зависимости от диаметра, материала развертки и марки материала заготовки, выбирают скорость резания и частоту вращения шпинделя (табл. 9.5).

Большие скорости резания следует применять при развертывании заготовок из нормализованных сталей, меньшие — при развертывании заготовок из вязких сталей. При чистовом развертывании на сверлильном станке скорость резания должна составлять $6 \dots 8$ м/мин.

СОТС, применяемые при развертывании, приведены ниже.

Материал заготовки

Сталь:	
конструкционная	РЗ-СОЖ; ЛЗ-СОЖ; МР-1; МР-4
инструментальная	ЛЗ-СОЖ1; МР-1; МР-4
легированная	МР-4
Чугун	Без охлаждения; керосин; ОСМ-1
Медь	Эмульсия
Латунь	Без охлаждения
Бронза	Без охлаждения
Алюминий	ЛЗ-СОЖ1; В-31

Отверстия развертывают с одной установкой после окончания сверления. Сверло вынимают из шпинделя и вставляют черновую развертку, а затем — чистовую. При этом сокращается время на переустановку детали и повышается точность обработки.

9.5. Скорость резания, м/мин (числитель), и частота вращения шпинделя, мин⁻¹ (знаменатель), при черновом развертывании (углеродистая, конструкционная, хромистая и хромоникелевая стали с $\sigma_s = 650$ МПа; развертки из стали Р18; работа с охлаждением)

Подача S , мм/мин	$d = 5$ мм; $t = 0,05$ мм	$d = 10$ мм; $t = 0,075$ мм	$d = 15$ мм; $t = 0,1$ мм
До 0,5	24,0/1528	21,6/686	17,4/371
0,6	21,3/1357	19,2/613	15,3/326
0,7	19,3/1223	17,4/553	14,1/299
0,8	17,6/1123	15,9/514	12,9/273
1,0	—	13,8/439	11,1/236
1,2	—	12,3/391	9,9/209

Калибрующая часть развертки ближе к шейке имеет обратный конус (0,04...0,6) для уменьшения трения о стенки отверстия. Зубья на рабочей части (винтовые или прямые) могут быть расположены равномерно по окружности или неравномерно. Развертки с неравномерным шагом зубьев используют для обработки отверстий вручную. Они позволяют избежать образования огранки, т.е. получения отверстий неправильной цилиндрической формы. Хвостовик ручной развертки имеет квадрат для установки воротка. Хвостовик машинных разверток диаметром до 10 мм выполняется цилиндрическим, других разверток — коническим с лапкой, как у сверл.

Для черновой и чистовой обработки отверстий применяют комплект (набор) разверток, состоящий из двух-трех штук. Развертки изготовляют из тех же материалов, что и другие режущие инструменты для обработки отверстий.

Зенкерование — процесс обработки предварительно просверленных или полученных штамповкой либо литьем отверстий для получения правильной геометрической формы с точностью до 9–11-го классов и шероховатостью поверхности $R_z = 1,25...2,5$ мкм. Эта обработка может быть окончательной или промежуточной перед развертыванием.

Зенкерование выполняют на сверлильных станках специальными инструментами — *зенкерами*. Работа зенкера подобна работе сверла при рассверливании отверстия. Припуск на зенкерование зависит от диаметра отверстия.

Диаметр отверстия, мм	5...24	25...35	36...45
Припуск, мм	1,0	1,5	2,0
Диаметр отверстия, мм	46...55	56...65	66...75
Припуск, мм	2,5	3,0	3,5

По конструкции и оформлению режущих кромок зенкер отличается от сверла и имеет три-четыре зуба, что обеспечивает правильное и более устойчивое положение зенкера относительно оси отверстия.

Цилиндрические зенкеры различных диаметров применяют для получения цилиндрических отверстий, а конические с углом конуса при вершине 60, 75, 90 и 120° — для конических углублений. Зенкеры имеют направляющую цапфу, которая входит в отверстие, обеспечивая точность совпадения оси отверстия с цилиндрическим отверстием, образованным зенкером.

Зная диаметр, материал, из которого изготовлен зенкер, и марку материала заготовки, можно выбрать режим резания (табл. 9.6).

**9.6. Скорость резания, м/мин (числитель), и частота вращения, мин⁻¹ (знаменатель),
зенкера¹ (углеродистая конструкционная сталь с $\sigma_b = 650$ МПа; зенкеры из стали Р18;
работа с охлаждением)**

Подача S , мм/мин	$D = 15$ мм, цельный зенкер	$D = 20$ мм, цельный зенкер	$D = 25$ мм, цельный зенкер	$D = 25$ мм, на- садной зенкер
0,2	41,6/883	—	—	—
0,3	34,0/721	38,0/604	29,7/378	26,5/337
0,4	29,4/624	32,1/510	25,7/327	22,9/292
0,5	29,3/558	28,7/456	23,0/292	20,5/261
0,6	24,0/510	26,2/417	21,0/267	18,7/238
0,7	22,2/472	24,2/386	19,4/247	17,3/221
0,8	—	22,7/361	18,2/231	16,2/206
0,9	—	21,4/340	17,1/218	15,3/195
1,0	—	20,3/323	16,2/207	14,5/185
1,2	—	—	14,8/189	13,2/168

¹ Глубина резания $t = 1$ мм, в остальных случаях $t = 1,5$ мм.

Зенкование — процесс обработки цилиндрических и конических углублений и фасок под головки болтов, винтов и заклепок в готовых отверстиях. Зенкование проводят на сверлильных станках с помощью *зенковок* или сверлом большего диаметра, чем диаметр отверстия. В отличие от зенкеров зенковки имеют режущие зубья на торце и направляющие цапфы, которыми зенковки вводятся в просверленное отверстие, что обеспечивает совпадение оси отверстия и образованного углубления под головку винта.

По форме режущей части зенковки бывают цилиндрические и конические. Цилиндрические зенковки с торцовыми зубьями применяют для расширения отверстий под головки винтов, под плоские шайбы, а также для образования уступов в отверстиях. Конические зенковки предназначены для снятия заусенцев в выходной части отверстия,

получения конического углубления под головки винтов и заклепок. Крепление зенковок и зенкеров на сверлильных станках не отличается от крепления сверл.

9.5. Нарезание резьбы

Нарезание внутренней и наружной резьб осуществляют на станках и вручную. Внутреннюю резьбу в отверстиях нарезают специальными инструментами — метчиками. Метчики по назначению подразделяют на ручные, машинно-ручные, машинные и гаечные. Метчик имеет рабочую часть и хвостовик, заканчивающийся квадратом для воротка. Ручные метчики для метрической и дюймовой резьб изготавливают комплектами из двух или трех штук. Комплекты из двух метчиков применяют для резьб с шагом до 3 мм включительно, из трех — с шагом свыше 3 мм. Полный профиль

имеет только чистовой метчик. Черновой и средний метчики отличаются меньшими наружными диаметрами. Различна и длина заборного конуса у каждого метчика.

Каждый метчик в комплекте на хвостовой части имеет одну, две и три рис-ки. В соответствующем порядке их используют при нарезании резьбы. Диаметр сверла для сверления отверстий под нарезание внутренних метрической и трубной резьб выбирают по табл. 9.7 и 9.8. Диаметр сверла для сверления отверстий под нарезание внутренней метрической резьбы приближенно можно вычислить по зависимости $D = d - P$, где d — диаметр резьбы; P — шаг резьбы.

Глухие отверстия нужно сверлить глубже длины резьбы на величину $l = 5...6$ мм.

Нарезание резьбы вручную. После подготовки отверстия под резьбу необходимо: выбрать метчики в соответствии с требуемой резьбой; закрепить заготовку в тисках; смазать рабочую часть чернового метчика маслом и вставить его заборной частью в отверстие строго по его оси; надеть на метчик вороток и, слегка нажимая левой рукой на метчик вниз, правой вращать вороток по часовой стрелке до врезания метчика в металл на несколько ниток, пока его положение в отверстии не станет устойчивым.

Взяв вороток двумя руками, его плавно вращают по часовой стрелке. После одного-двух оборотов необходимо: сделать пол-оборота в обратную сторону для дробления стружки и продолжить нарезание резьбы до полного входа рабочей части метчика в отверстие; вывернуть метчик обратным вращением из отверстия; прорезать резьбу средним, а затем чистовым метчиком. Метчики, смазанные маслом, ввертывают в отверстие без воротка, и только после того, как метчик пройдет правильно по резьбе, на квадрат хвостовика надевают вороток и продолжают нарезание резьбы.

Качество резьбовой поверхности определяют внешним осмотром, а точность резьбы проверяют резьбовыми калибрами-пробками. Резьбу в глухом отверстии контролируют ввертыванием контрольного болта.

Механизированное нарезание резьбы выполняют на сверлильных станках, применяя специальные предохранительные патроны с остановом вращения метчика.

Нарезание резьбы ручными машинами. Для нарезания резьбы в глухих и сквозных отверстиях применяют ручные нарезные машины электрические и пневматические диаметром метчика соответственно до 24 и до 8 мм. По сравнению с нарезанием резьбы вручную применение резьбонарезных машин повышает производительность труда в 5–6 раз. Приемы и способы работы резьбонарезными машинами сходны с работой сверлильными машинами. Резьбонарезные машины имеют реверсивный механизм, который позволяет вывертывать метчик.

Наружную резьбу нарезают *плашками* вручную и на станках. В зависимости от конструкции плашки подразделяют на круглые (лерки) и раздвижные. Круглые плашки изготавливают цельными и разрезными. С помощью цельных плашек можно получить резьбу только одного диаметра. Разрезные плашки имеют прорезь, позволяющую регулировать диаметр резьбы в пределах 0,1...0,3 мм. Плашку крепят в специальном воротке (плашкодержателе) с одним или двумя крепежными и тремя установочными винтами. Крайние винты служат для уменьшения, средний для увеличения размера плашки.

Раздвижные плашки состоят из двух половинок — полуплашек. На боковых сторонах полуплашек имеются угловые пазы, которыми они устанавливаются в направляющие выступы клупа (воротка) и поджимаются винтом. Этим же винтом можно изменять расстояние между полуплашками и обеспечивать диаметр

9.7. Диаметры сверл для обработки отверстий под нарезание метрических резьб

Размеры, мм

Номиналь- ный диаметр d резьбы	Шаг P резьбы	Диаметр D сверла	Номиналь- ный диаметр d резьбы	Шаг P резьбы	Диаметр D сверла
6	0,5	5,50	24	0,75	23,25
	0,75	5,25		1	23,00
	1	5,00		1,5	23,50
				2	22,00
				3	21,00
8	0,5	7,50	30	0,75	29,25
	0,75	7,25		1	29,00
	1	7,00		1,5	28,50
	1,25	6,80		2	28,00
				3	27,00
10			36	3,5	26,50
	0,5	9,5		1	35,00
	0,75	9,25		1,5	34,50
	1	9,00		2	34,00
	1,25	8,80		3	33,00
12	1,5	8,50	42	4	32,00
	0,5	11,5		1	41,00
	0,75	11,25		1,5	40,50
	1	11,00		2	40,00
	1,25	10,80		3	39,00
16	1,5	10,50	48	4	38,00
	1,75	10,20		4,5	37,50
	0,5	15,50		1	47,00
	0,75	15,25		1,5	46,50
	1	15,00		2	46,00
20	1,5	14,50	52	3	45,00
	2	14,00		4	44,00
	0,5	19,50		5	43,00
	0,75	19,25		1	51,00
	1	19,00		1,5	50,50
	1,5	18,50		2	50,00
	2	18,00		3	49,00
	2,5	17,50		4	48,00
				5	47,00

Примечание. Выделены диаметры сверл для отверстий под резьбы с крупным шагом.

9.8. Диаметры стержней и сверл под нарезание трубной конической резьбы

Размеры, мм

Номинальный размер резьбы, "	Число ниток на 1"	Шаг резьбы P	Диаметр стержня под резьбу (предельное отклонение $-0,1$)	Диаметр сверла или отверстия	
				с развертыванием на конус	без развертывания на конус
1/8	28	0,907	9,67	8,1	8,3
1/4	19	1,377	13,08	10,8	11,1
3/8			16,55	14,25	14,5
1/2	14	1,184	20,85	—	—
3/4			26,33	23,25	
1	11	2,309	33,11	—	38,25
1 ¹ / ₄			41,77		
1 ¹ / ₂			47,66		
2			59,47		56,00
2 ¹ / ₂			74,97		—
3			87,67		
4			112,82		
5			138,22		
6			163,62		

резьбы в нужных пределах. Нарезать резьбу двумя полуплашками можно в несколько переходов, что облегчает резание. Диаметр стержня под резьбу выбирают по табл. 9.9; 9.10.

Нарезание наружной резьбы вручную осуществляют следующим образом. На воротке (плашкодержателе) отворачивают все винты, плашку вставляют маркировкой наружу в гнездо воротка, а углубления располагают против стопорных винтов. Плашку закрепляют в воротке стопорными винтами. Для разрезной плашки крайние регулировочные винты воротка отвертывают, а средний

винт плотно заворачивают, разжав плашку. Штангенциркулем проверяют диаметр стержня и наличие на его конце фаски для облегчения врезания плашки. При отсутствии фаски стержень опиливают напильником.

Приступая к нарезанию наружной резьбы плашками, необходимо закрепить стержень в тисках вертикально так, чтобы его конец выступал над губками тисков на 15...20 мм больше длины нарезаемой части. Конец стержня смазывают СОЖ. Плашку накладывают на конец стержня так, чтобы маркировка была снизу. Нажимая на корпус воротка

9.9. Диаметры стержней и сверл под нарезание трубной цилиндрической резьбы

Размеры, мм

Номи- нальный размер резьбы, "	Число витков на 1"	Шаг резьбы <i>P</i>	Диаметр стержня под резьбу		Диаметр сверла				
			номи- нальный	Предельное отклонение для классов точности	для классов точности резьбы				
				A	B	A	B		
1/8	28	0,907	9,67	−0,21	−0,32	—	8,7		
1/4	19	1,337	13,10	−0,23	−0,35	11,5			
3/8			16,61			15,0			
1/2	14	1,814	20,90	−0,24	−0,38	—	18,75		
5/8			22,86				20,75		
3/4			26,39				24,25		
7/8			30,15				28		
1	11	2,309	33,19	−0,28	−0,46		—	30,5	
1 1/8			37,84			35,0			
1 1/4			41,86			39,0			
1 3/8			44,27			−0,28		−0,46	41,5
1 1/2			47,75						45,0
1 3/4			53,69						51,0
2			59,56	−0,32	−0,53				—
2 1/4			65,66						
2 1/2		75,13							
2 3/4		81,48							
3		87,83							
3 1/4		93,93							
3 1/2		100,28							
3 3/4		106,63							
4		112,98							
4 1/2		125,68							
5	138,38								
5 1/2	151,08								
6	163,78								

9.10. Диаметр стержней для нарезания наружной метрической резьбы

Размеры, мм

Номинальный размер резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр стержня под резьбу с полем допуска		
		6h	6g	6h; 6g
		Предельное отклонение		
6	0,5	5,83	5,94	−0,09
	0,75	5,94	5,92	−0,09
	1,0	5,92	5,89	−0,10
8	0,5	7,94	7,92	−0,06
	0,75	7,94	7,92	−0,09
	1,0	7,92	7,89	−0,10
	1,25	7,90	7,87	−0,11
10	0,5	9,94	9,92	−0,06
	0,75	9,94	9,92	−0,09
	1,0	9,92	9,89	−0,10
	1,25	9,90	9,87	−0,11
	1,5	9,88	9,85	−0,12
12	0,5	11,94	11,92	−0,06
	0,75	11,94	11,92	−0,09
	1,0	11,92	11,89	−0,10
	1,25	11,90	11,87	−0,11
	1,5	11,88	11,85	−0,12
	1,75	11,86	11,83	−0,13
16	0,5	15,94	15,92	−0,06
	0,75	15,94	15,92	−0,09
	1,0	15,92	15,89	−0,10
	1,5	15,88	15,85	−0,12
	2,0	15,84	15,80	−0,13
20	0,5	19,94	19,92	−0,06
	0,75	19,94	19,92	−0,09
	1,0	19,92	19,89	−0,10
	1,5	19,88	19,85	−0,12
	2,0	19,84	19,80	−0,13
	2,5	19,84	19,80	−0,18

Окончание табл. 9.10

Номинальный размер резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр стержня под резьбу с полем допуска		
		6h	6g	6h; 6g
		Предельное отклонение		
24	0,75	23,94	23,92	−0,09
	1,0	23,92	23,89	−0,10
	1,5	23,88	23,55	−0,12
	2,0	23,84	23,80	−0,13
	3,0	23,84	23,79	−0,22
30	0,75	29,94	29,92	−0,09
	1,0	29,92	29,89	−0,10
	1,5	29,88	29,85	−0,12
	2,0	29,84	29,80	−0,13
	3,0	29,84	29,79	−0,22
	3,5	29,84	29,79	−0,27
36	1,0	35,92	35,89	−0,10
	1,5	35,88	35,85	−0,12
	2,0	35,84	35,80	−0,13
	3,0	35,84	35,79	−0,22
	4,0	35,84	35,78	−0,32
42	1,0	41,92	41,89	−0,10
	1,5	41,88	41,85	−0,12
	2,0	41,84	41,80	−0,13
	3,0	41,84	41,79	−0,22
	4,0	41,84	41,78	−0,32
	4,5	41,84	41,78	−0,34
48	1,0	47,92	47,89	−0,10
	1,5	47,88	47,85	−0,12
	2,0	47,80	47,77	−0,13
	3,0	47,79	47,75	−0,22
	4,0	47,78	47,74	−0,32
	5,0	47,84	47,77	−0,37
52	1,0	51,92	51,89	−0,10
	1,5	51,88	51,85	−0,12
	2,0	51,84	51,80	−0,13
	3,0	51,84	51,79	−0,22
	4,0	51,84	51,78	−0,32
	5,0	51,84	51,77	−0,37

Примечание. Номинальные размеры даны по ГОСТ 19258–73.

ладонью правой руки, левой вращают его за рукоятку по часовой стрелке до полного врезания плашки. Взяв вороток двумя руками, плавно вращают его по часовой стрелке.

После одного-двух оборотов необходимо сделать пол-оборота обратно и продолжить нарезание резьбы, обильно смазывая стержень. Плашку снимают со стержня обратным вращением.

При нарезании резьбы разрезной плашкой необходимо прорезать стержень на требуемую длину указанным выше способом и, сняв плашку обратным вращением, проверить резьбу. Если гайка или проходное кольцо не навинчивается, следует прорезать стержень еще раз, регулируя размер резьбы плашки соответствующими винтами.

При нарезании резьбы раздвижными плашками в клуппе надо вложить в рамку клуппа последовательно полуплашки и сухарь так, чтобы маркировка на плашках была со стороны маркировки на корпусе клуппа, и слегка поджать сухарь нажимным винтом. При нарезании резьбы плашку надевают на конец стержня так, чтобы она охватывала стержень на $3/4$ своей толщины; нажимной винт затягивают. Смазав плашку и конец стержня, прорезают стержень на требуемую длину способом, указанным для круглых плашек. Клупп устанавливают в первоначальное положение, нажимной винт поворачивают на пол-оборота и снова прорезают резьбу на стержне. Нарезание в таком порядке продолжают до получения полного профиля резьбы.

Для нарезания трубной резьбы вручную применяют клупп с тремя комплектами раздвижных плашек. Один из комплектов предназначен для труб диаметром $1/2...3/4"$, второй — для труб диаметром $1...1\frac{1}{4}"$ и третий — для труб диаметром $1\frac{1}{2}...2"$. Нарезание резьбы на трубах диаметром более $1\frac{1}{2}"$ выполняют два человека. Проверяют диаметр стальной трубы и зажимают ее в прижи-

ме. Нарезаемый конец трубы очищают стальной щеткой, заусенцы снимают напильником. Готовят клупп и подбирают необходимые плашки. Точность установки плашки на нужный размер проверяют по делениям на корпусе клуппа. Нарезаемый конец трубы и плашки смазывают маслом или эмульсией, устанавливают клупп на конец трубы и, вращая червячный винт, три направляющие плашки доводят до соприкосновения с цилиндрической поверхностью трубы, обеспечивая устойчивое положение клуппа на трубе.

Клупп устанавливают для первого перехода так, чтобы заборная часть резьбовых плашек была размещена от края трубы на две-три нитки резьбы. Вращая винт, перемещающий защелку, а вместе с ней и диск, сжимают резьбовые плашки, чтобы они врезались в цилиндрическую поверхность трубы на $0,3...0,5$ мм. Вращая клупп, выполняют первый ход на заданную нарезаемую длину; обратным вращением клуппа плашки подводят к концу трубы. Вторично сжимают плашки винтом и повторяют нарезание. Качество нарезаемой резьбы зависит от числа переходов; при диаметре труб до $1"$ применяют два перехода, а свыше $1"$ — три перехода; качество нарезания резьбы проверяют, наворачивая муфту по всей нарезаемой длине.

СОТС, рекомендуемые при нарезании резьбы метчиками и плашками

Материал
заготовки

Сталь:

конструкционная . . . МР-1; МР-4; РЗ-СОЖ8
инструментальная . . . МР-1; МР-4; РЗ-СОЖ1
легированная РЗ-СОЖ8

Чугун Керосин, эмульсия

Медь Эмульсия, без охлаждения

Бронза То же

Алюминий Эмульсия, керосин,
ЛЗ-СОЖ1

9.6. Шабрение, притирка, доводка и полирование

Шабрение является окончательной слесарной операцией для снятия тонкого слоя металла с обрабатываемых поверхностей специальными режущими инструментами — *шаберами*. Шабрением обеспечивают герметичное и плотное прилегание поверхностей разъема соединяемых деталей, улучшают прилегание поверхностей в подшипниках скольжения. Шабреют предварительно обработанные поверхности.

Поверхности деталей при шабрении контролируют «на краску» или всухую — «на блеск» с помощью чугунных повероч-

ных плит или угольников. В качестве краски применяют сажу или синьку, разведенные в индустриальном масле. Краска должна быть жидкой, но не расплываться на поверочной плите. Контроль на краску осуществляют по числу пятен касания в квадрате со стороной 25 мм и по равномерности их распределения. Шабрением достигается высокая точность: отклонения от плоскостности и прямолинейности до 0,002 мм на длине 1 м и до 30 пятен на площади поверхности 25 × 25 мм. Виды шабления в зависимости от назначения приведены в табл. 9.11.

При шабрении металл срезают с выпуклых участков, соприкасающихся с поверхностью, к которой пригоняется

9.11. Виды шабления

Шабрение	Ширина шабера, мм	Длина штрихов, мм	Число пятен на площади 25 × 25 мм, параметр Ra , мкм	Назначение
Черновое предварительное	20...25	Св. 10	4...6; 1,25	Подготовка к получистовому шабрению. Разбивка больших пятен на более мелкие
Получистовое	12...16	5...10	8...15; 0,63	Окончательная обработка направляющих, подшипников, поверхностей разъема корпусов и т.п.
Чистовое (окончательное)	5...10	3...5	20...25; 0,08	Обработка поверочных инструментов (линеек, плит, мостиков, призм, угольников)
Декоративное (наведение «мороза»)				Придание поверхности хорошего внешнего вида

данная деталь. Постепенно эти участки становятся все мельче и мельче, а их количество увеличивается до достаточного числа пятен соприкосновения. Выпуклые участки определяют контролем на краску.

При шабрении плоских поверхностей рукоятку шабера упирают в ладонь правой руки, большой палец располагают вдоль рукоятки, остальные пальцы обхватывают рукоятку снизу. Ладонь левой руки накладывают на шабер посередине, обхватывая инструмент пальцами. В рабочем положении угол наклона шабера относительно обрабатываемой поверхности должен составлять 30...40°. Движениями шабера вперед и назад на длине 10...15 мм срезают окрашенные места. Движение вперед является рабочим ходом, при котором необходимо делать нажим левой рукой. В конце рабочего хода нажим на шабер ослабляют, чтобы избежать появления заусенцев. После каждого перенесения краски на пришабриваемую деталь следует изменить направление движения шабером.

Шабрить поверхности целесообразно под углом к рискам и следам, оставшимся от предыдущей обработки. Распространен шахматный способ шабрения. Попеременное шабрение в разных направлениях чередуют с проверкой по контрольной плите. Шабрение заканчивают при появлении заданного числа пятен на площади 25×25 мм при равномерном их расположении. При шабрении плоских параллельных поверхностей и плоских поверхностей, расположенных под углом, контроль осуществляют с помощью призмы с индикатором.

Цилиндрические поверхности шабруют для удаления рисок и подгонки внутренней поверхности вкладышей подшипников по шейке вала. Вкладыши обрабатывают трехгранным шабером с углом заострения 60° и острозаточенными режущими кромками. При этом окрашенную шейку вала укладывают

на нижний вкладыш подшипника, а сверху налагают верхний вкладыш с крышкой, затягивают гайками подшипник и поворачивают вал влево и вправо. Вынимают вкладыши и зажимают их в тисках. Перемещая режущую кромку шабера по поверхности вкладыша вправо и влево, средней частью режущей кромки шабруют места, покрытые краской. Шабрение чередуют с нанесением краски до покрытия 2/3 поверхности вкладыша равномерными пятнами.

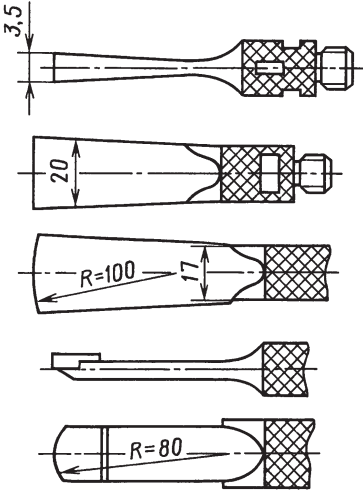
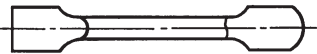
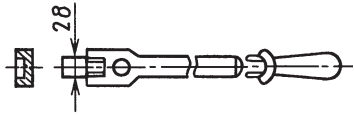
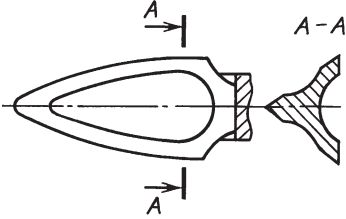
Заготовки из чугуна шабруют всухую, а для заготовок из стали или других металлов применяют мыльную эмульсию или керосин. Для повышения производительности иногда шабрение сочетают с притиркой. В этом случае после предварительного шабрения поверхности на притир наносят слой грубой пасты ГОИ, разведенной в керосине, затем поверхность притирают, проверяют на краску и шабером разрезают получившиеся пятна.

В зависимости от формы обрабатываемой поверхности шабрение осуществляют с помощью шаберов различного типа (табл. 9.12).

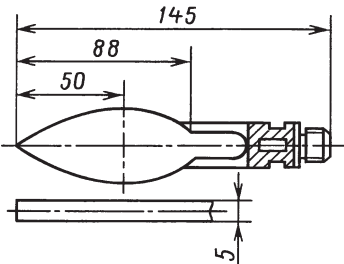
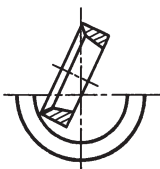
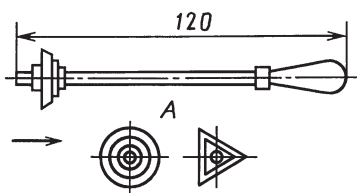
При больших объемах шабровочных работ в основном используют шаберы со вставными пластинами. Шаберы из сталей У12А, Р6М5, ШХ15, Р18 затачивают на станках с корундовым кругом зернистостью не более 25 и твердостью СМ1 и СМ2, а шаберы с пластинами из твердого сплава Т15К6 — кругами из карбида или алмазными кругами. Твердость рабочей части шаберов на длине пластины 50 мм составляет не менее 60...65 HRC. Рабочую часть шаберов доводят. Рекомендуемые углы заострения и резания при шабрении в зависимости от материала заготовки приведены в табл. 9.13.

Плоский шабер затачивают с двух установок; сначала режущую кромку с торца, а затем плоскую поверхность. Заточку торцевой поверхности шабера проводят абразивным кругом малого диаметра. Торцевая поверхность полу-

9.12. Основные типы шаберов

Шабер	Назначение и краткая характеристика
Плоский 	Для плоских поверхностей (плит, линеек, призм, угольников, направляющих станков и других плоских поверхностей). Крепится с помощью резьбы к трубчатой рукоятке. Выпускают следующие разновидности: прямой, радиусный и с пластинами из твердого сплава
Плоский двусторонний 	Для плоских поверхностей. Ширина рабочей части 12...25 мм, толщина 2,5...4 мм; общая длина 350 или 400 мм
Плоский со вставными пластинами 	Для плоских поверхностей. Применение пластин из быстрорежущей стали или твердого сплава значительно увеличивает стойкость шабера
Дисковый 	Для широких поверхностей плоской формы. Диаметр диска 50...60 мм, толщина 3...4 мм. По мере затупления диск поворачивают и фиксируют винтом
Трехгранный 	Для криволинейных поверхностей (отверстий, опор скольжения и т.п.)

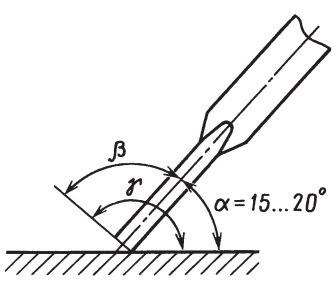
Окончание табл. 9.12

Шабер	Назначение и краткая характеристика
Ложкообразный 	Для плоских поверхностей, расположенных под острым углом друг к другу
Кольцевой 	Для вкладышей опор скольжения. Может изготавливаться из наружных колец конических роликоподшипников или поршневых колец
Фасонный 	Для фасонных поверхностей. Пластины закрепляют на рукоятке гайкой; они могут иметь различные форму и размеры
Изогнутый 	Для поверхностей в труднодоступных местах

чается вогнутой, что облегчает ее доводку на бруске. Шабер берут правой рукой за рукоятку, а левой обхватывают его как можно ближе к рабочему концу. Опираясь плоской гранью шабера на подручник заточного станка, плавно подводят торцовый конец к кругу. Положение шабера должно быть горизонтальным.

Большую кривизну придают для чистового шабрения, а меньшую — для чер-

нового. При заточке шабера по плоской поверхности его конец плавно накладывают на вращающийся круг и слегка поджимают к нему. В результате заточки за один прием образуется участок поверхности сложной формы, которая облегчает доводку режущей кромки. В процессе заточки шабер необходимо охлаждать водой. Заправку или доводку шабера осуществляют вручную на мелкозернистых

9.13. Рекомендуемые углы заострения β и резания γ при шабрении заготовок, °


Шабер	Сталь		Чугун, бронза	
	β	γ	β	γ
Плоский	75...90	90...112	90...110	105...125
Трехгранный	65...75	90...100	75...85	90...100

брусках. Для чистового шабрения окончательную доводку выполняют пастой ГОИ, наносимой на чугунную плиту. Для облегчения заточки и заправки на боковых поверхностях трехгранных шаберов делают продольные канавки.

Процесс шабрения механизмируют путем применения специальных шабровочных станков и головок, электро- и пневмошаберов. Последние особенно эффективны, так как плавно работают при изменении направления движения и позволяют регулировать число двойных ходов шабера в минуту. Механизированные шаберы применяют для чернового шабрения, а окончательное шабрение выполняют вручную.

Притирка является чистовой отделочной операцией, более точной, чем шабрение. Поверхности притирают после окончательной механической обработки: шлифования, точного точения, фрезерования, развертывания и шабрения. При этом параметр шероховатости не должен превышать $Ra = 2,5...0,63$ мкм. Припуск на притирку оставляют не более $0,03...0,05$ мм. Детали могут быть как термообработанными, так и нетермообработанными. Притиркой и доводкой достигается точность размеров до $0,005$ мм при параметре шероховатости $Ra = 0,014...0,008$ мкм.

Притирку применяют в процессе сборки для получения точных размеров деталей или плотного прилегания по-

верхностей, обеспечивающего гидравлическую непроницаемость соединения. Притирке подвергают поверхности арматуры, пробок и корпусов кранов, а также других деталей. Широко распространены притирка и доводка рабочих поверхностей инструмента. Операция притирки заключается в механическом или химико-механическом удалении частиц металла абразивными материалами. Относительное перемещение детали и операция притирки вызывают вращение зерен абразива, которые внедряются как в притир, так и в деталь, срезая с ее поверхности микронеровности; при этом происходит окисление поверхностей и возникает явление их наклепа.

Существует два способа выполнения притирки. Первый состоит в том, что сопрягаемые детали притирают одну по другой. На поверхности деталей наносят абразивные материалы в виде порошков и паст. Таким образом притирают, например, клапаны к седлам, пробки к корпусам кранов. Второй способ заключается в притирке каждой из двух сопрягаемых или одной несопрягаемой детали по специальной детали — притиру, поверхность которого шаржируют абразивным материалом. Так притирают плиты, крышки, фланцы, линейки, шаблоны, калибры и т.п.

В качестве притирочных материалов используют твердые (выше твердости закаленной стали) и мягкие (ниже твер-

дости закаленной стали) абразивные материалы (табл. 9.14).

К твердым относят шлифовальные порошки зернистостью 12, 10, 8, 6, 4 и микропорошки зернистостью М63...М5 из корунда, нормального электрокорунда, белого электрокорунда, легированного элект-

рокорунда, зеленого карбида кремния, карбида бора и синтетических алмазов. Мягкими являются абразивные порошки оксида хрома, оксида железа, венской извести. Из мягких абразивных материалов (65...80 % оксида хрома) изготавливают пасты ГОИ трех сортов (табл. 9.15).

9.14. Абразивные материалы

Наименование	Цвет	Назначение
Шлифовальные порошки зернистостью 12...4:		Притирка деталей:
наждак	Коричнево-серый	из бронзы и мягкой стали
корунд	От серого до коричневого	из хрупких (закаленных) металлов
электрокорунд	От темно-коричневого до серо-коричневого и от розового до белого	всех сталей, кроме азотированных и твердых сплавов
карборунд	Черный	из твердых сплавов
экстракарборунд	Зеленый	из азотированных сталей и твердых сплавов
карбид бора	Черный	То же
Пасты ГОИ	Темно-зеленая	Грубая доводка и притирка
	Зеленая	Средняя доводка, притирка
	Светло-зеленая	Окончательная доводка, притирка

9.15. Состав паст (%) на оксид хрома

Материал	Доводочная паста ГОИ			Притирочная мажеобразная паста	Полировочная паста в брусках
	грубая (40 мкм)	средняя (15 мкм)	тонкая (7 мкм)		
Оксид хрома	82	76	74	63	66
Силикагель	3	2	1,8	—	2
Стеарин	12	18	20	20	15
Нефтяной парафин	—	—	—		10
Олеиновая кислота марок А и Б	1	2	2	12	5
Двууглекислая сода	—	—	0,2	—	—
Керосин	2	2	2	5	2

Пасты ГОИ применяют для притирки как твердых, так и мягких металлов.

Входящие в состав многих паст компоненты типа олеиновой и стеариновой кислот разрушают пленки оксидов, ускоряя процесс притирки. В качестве смазочных веществ применяют керосин, машинное масло, скипидар, животные жиры, бензин. Они способствуют ускорению обработки, сохранению остроты зерен, уменьшению параметров шероховатости обрабатываемой поверхности. Состав притирочных порошков, паст и смазочных жидкостей выбирают в зависимости от материалов притираемых деталей (табл. 9.16).

Материал притиров должен быть мягче материала обрабатываемой детали. Зерна абразивного порошка вдавливаются (шаржируются) в поверхность притира и удерживаются в нем как небольшие резцы в своеобразной оправе. Материалом для притиров служат чугун перлитной структуры, бронза, медь, стекло, фибра и твердые породы дерева.

Притирку поверхностей начинают с подготовки притира и обрабатываемых поверхностей. Притир протирают керосином, наносят на него абразивный порошок и смазочный материал или пасту со смазкой и шаржируют, катая по его поверхности стальной термообработанный валик.

Другой способ подготовки притира заключается в покрытии его слоем смазочного материала и абразивного порошка. Притирка подразделяется на предварительную (черновую) и окончательную (чистовую). Предварительную притирку плоских деталей выполняют на плите с канавками, а окончательную — на гладкой плите. Притираемую деталь круговыми движениями перемещают по всей поверхности притира (плиты), периодически добавляя смазочную жидкость. Во время притирки нужно правильно распределять нагрузку на деталь, так как могут произойти завал поверхности и изменение формы притира. Периодически притираемые поверхности проверяют лекальной линейкой. Притирку заканчивают, когда вся обрабатываемая плоская поверхность будет ровная и матовая.

Притирку узких плоских и фигурных поверхностей, например шаблонов, угольников, лекальных линейек, проводят с помощью специальных направляющих брусков, кубиков, призм и т.п. Притираемую деталь прижимают к бруску и вместе их перемещают по притирочной плите.

Притирку цилиндрических и конических поверхностей выполняют в аналогичной последовательности.

Для механизации притирки применяют электрические и пневматические

9.16. Материалы для притирки клапанов и уплотняющей арматуры

Материал применяемых деталей	Грубая притирка	Окончательная притирка
Сталь 20Х13	Корунд М14, шкурка М14 или М20, паста ГОИ грубая	Шкурка М10
Азотированная сталь ХМЮА	Электрокорунд М20 и М14, паста ГОИ грубая	Электрокорунд М10, паста ГОИ средняя
Серый чугун и сталь 30Х13	Корунд М14, шкурка М14, паста ГОИ грубая	Корунд М10, шкурка М10, паста ГОИ средняя
Бронза и медно-никелевый сплав	Толченное стекло, паста ГОИ грубая, шкурка М14	Паста ГОИ средняя, шкурка М10

ручные машины с вращательным движением рабочего органа, а также специальные станки. Во всех случаях притирам или притираемым деталям сообщается сложное движение для того, чтобы следы притирки не накладывались друг на друга.

Притирка подвижных конусных сопряжений осуществляется преимущественно без притира. Одной из деталей придается возвратно-вращательное движение с периодическим ее подъемом. Притирку цилиндрических деталей удобно выполнять на токарном станке. Внутренний диаметр притира-кольца регулируют специальными винтами. Притирку ведут с окружной скоростью 6...10 м/мин.

После тщательной предварительной обработки для достижения малой шероховатости в некоторых случаях осуществляют притирку алмазными пастами. Притиры при этом могут быть чугунные, стальные или медные.

Доводка — окончательная стадия притирки с получением точной формы обрабатываемых поверхностей. Достижимая точность размеров до 0,1 мкм; поверхность зеркальная. Припуск на доводку должен составлять не более 2...5 мкм. Для предварительной и окончательной доводки применяют абразивные микропорошки и пасты. С целью

получения зеркальной поверхности используют тонкую пасту ГОИ, оксид хрома или алюминиевую пудру, разведенные в бензине. Приемы доводки аналогичны приемам притирки. При доводке необходимо правильно распределять прилагаемые силы и не делать мощного нажима на деталь, выполняя движение с малой скоростью, что обеспечивает получение поверхности с малыми параметрами шероховатости.

Полирование — отделочная операция, которую выполняют с целью снижения параметра шероховатости поверхности без устранения отклонения формы. Припуск на полирование составляет не более 0,01 мм.

Процесс полирования осуществляют абразивными инструментами на мягкой основе, которая обеспечивает давление резания 0,03...0,2 МПа независимо от конфигурации обрабатываемых поверхностей. Заданные параметры шероховатости поверхностей достигаются последовательным полированием (табл. 9.17). В качестве абразивного инструмента при полировании применяют эластичные круги (табл. 9.18) и шкурки.

Обычно полирование выполняют на специальных станках, а в условиях монтажа или укрупнительной сборки применяют ручные электрошлифовальные

9.17. Последовательность переходов при полировании

Переход	Зернистость абразивного материала	Параметр шероховатости поверхности R_a , мкм
Обдирочное шлифование	50...40	2,5...1,25
Шлифование	25...16	1,25...0,32
Полирование:		
предварительное	12...8	0,63...0,16
окончательное	M6...M20	0,32...0,04
	M10...M15	0,08...0,02
	и тонкая паста ГОИ	

9.18. Круги на эластичной связке и область их применения

Круг	Область применения
Войлочный с накатанным абразивным зерном	Предварительное полирование; $Ra = 2,5...0,32$ мкм
Фетровый и войлочный с подводом абразивной пасты в зону резания	Чистовое полирование; $Ra = 0,32...0,08$ мкм
Текстильный с подводом абразивной пасты в зону резания	Чистовое и зеркальное полирование; $Ra = 0,16...0,02$ мкм
На вулканитовой связке	Полирование прецизионных поверхностей с сохранением геометрических параметров

и электросверлильные машины. На рабочую поверхность эластичного круга, вращающегося со скоростью 30...50 м/с, наносят полировальную мастику, состоящую из вяжущего вещества (смеси парафина, вазелина и керосина) и полировального порошка (оксидов алюминия, железа или хрома).

Для фасонного полирования применяют шкурки из электрокорунда и карбида кремния на тканевой и бумажной основе зернистостью М8...М40 и М20...М14 для получения соответственно шероховатости $Ra = 0,32...0,08$ и $0,16...0,04$ мкм.

9.7. Пайка и лужение

Пайкой называют процесс соединения двух металлических частей с помощью расплавленного металла или сплава, называемого *припоем* и имеющего более низкую температуру плавления, чем соединяемые части. Пайку применяют для создания неразъемных соединений деталей из стали, цветных металлов и их сплавов, а также их сочетаний. Пайка распространена при выполнении электромонтажных работ, монтаже контрольно-измерительной аппаратуры, радио- и электроприборов, изготовлении сосудов, радиаторов, твердосплавного режущего инструмента и т.п.

Процесс пайки состоит из прогрева спаиваемых частей до температуры плав-

ления припоя, расплавления последнего, растекания и заполнения зазоров под действием капиллярных сил, диффузирования в металл с последующей кристаллизацией в паяном шве. При этом соединение деталей достигается без расплавления их кромок в результате смачивания поверхностей более легкоплавкими жидкими металлами.

Очистку поверхностей перед пайкой от окалины, оксидов, грязи и жира проводят с помощью напильников, металлических щеток, шаберов и химическими способами (травлением). После травления детали промывают и сушат. Обезжиривание осуществляют протиркой поверхности бензином, ацетоном, растворителем. Перед пайкой детали плотно подгоняют одну к другой, используя трубины или другие приспособления.

При нагреве деталей, соединяемых пайкой, их поверхности окисляются. Для удаления оксидной пленки применяют паяльные флюсы и травильные вещества, которые растворяют оксиды, образуют легко удаляемые шлаки, способствуют лучшему смачиванию спаиваемых поверхностей расплавленным припоем и затеканию его в зазоры. При пайке деталей из стали, бронзы и латуни используют хлористый цинк, деталей из латуни — нашатырный спирт, деталей из цинка и чугуна — соляную кислоту. После трав-

ления соляной кислотой деталь промывают в содовом растворе, а затем в чистой воде. Хлористый цинк (травленая соляная кислота) представляет собой смесь из 50 % соляной кислоты и 50 % воды, в которую добавлены небольшие кусочки и стружка цинка. Чтобы хлористый цинк был коррозионно-стойким, его разбавляют нашатырным спиртом в количестве, равном 1/3 взятого объема.

По назначению припой подразделяют на мягкие и твердые с температурой плавления соответственно 180...300 и 700...1000 °С. Мягкие припои состоят в

основном из свинцово-оловянных сплавов с $\sigma_{\text{в}} = 28...47$ МПа. Кроме высокой температуры плавления твердые припои характеризуются более высокими механическими свойствами; временное сопротивление разрыву паяных швов 260...300 МПа. Химический состав и область применения твердых припоев приведены в табл. 9.19–9.21, а составы флюсов — в табл. 9.22.

Для нагрева места пайки до рабочей температуры применяют паяльники периодического и непрерывного подогрева, паяльные лампы, газовые горелки,

9.19. Химический состав (ГОСТ 21930–76) и область применения оловянно-свинцовых припоев

Марка	Химический состав, %		Температура плавления, °С	Пайка
	Олово	Сурьма		
ПОССу 4-6	3...4	5...6	244	Клепанных деталей из латуни, меди, белой жести
ПОССу 18-2	17...18	1,5...2,0	186	Лужение стальных деталей перед пайкой, пайка автотракторных деталей
ПОС 30	29...31	0,1	183	Радиаторов, электроаппаратуры и приборов, оцинкованного железа
ПОС 61	59...61	—		Электро- и радиоаппаратуры, лужение
ПОС 90	89...91			Пищевой посуды и медицинской аппаратуры

9.20. Химический состав (ГОСТ 23137–78) и область применения медно-цинковых припоев

Марка	Химический состав, %		Температура плавления, °С	Пайка деталей
	Медь	Цинк		
ПМЦ-54	54	46	880	Из углеродистой стали
ПМЦ-48	48	52	865	Из меди, латуни, бронз, углеродистой стали
ПМЦ-36	36	64	825	Из латуни и бронз

9.21. Химический состав (ГОСТ 19738–74) и область применения серебряных припоев

Марка	Химический состав, %			Температура плавления, °С	Пайка деталей
	Серебро	Медь	Цинк		
ПСр 50	50	50	—	860	Лужение и пайка из меди, медно-никелевых сплавов, латуни, бронз
ПСр 45	45	30	25	730	Из меди, латуни, бронз и латуни
ПСр 25	25	40	25	775	Тонких из меди и латуни, медно-никелевых сплавов
ПСр 10	10	53	37	850	Из стали с медью и сплавов цветных металлов, когда требуется термообработка

9.22. Составы флюсов

Компонент	Содержание, %	Пайка деталей
Пайка мягкими припоями		
Канифоль	100	Из меди и медных сплавов
Насыщенный раствор хлористого цинка в соляной кислоте	—	Из коррозионно-стойкой стали
Хлористый цинк	95	Из алюминия алюминиевым припоем
Фтористый натрий	5	
Паста (насыщенный раствор цинка)	34	Паяльной лампой из меди и стали
Метанол	33	
Глицерин		
Пайка твердыми припоями		
Бура	100	Из меди, бронзы и стали
Бура плавленная	72	Из латуни, бронзы, а также пайка серебром
Поваренная соль	14	
Поташ кальцинированный		
Бура плавленная	90	Из меди, стали и других металлов
Борная кислота	10	

Окончание табл. 9.22

Компонент	Содержание, %	Пайка деталей
Бура плавленая	50	Из титанокарбидных твердых сплавов на режущий инструмент
Фтористый калий	40	
Борная кислота	10	
Бура плавленая	50	Из коррозионно-стойкой и жаропрочной сталей
Борная кислота (разведенная в растворе хлористого цинка)		
Бура	60	Из чугуна
Хлористый цинк	38	
Марганцево-кислый калий	2	
Хлористый литий	26...35	Из алюминия и его сплавов алюминиевыми припоями
Фтористый калий	12...16	
Хлористый цинк	8...15	
Хлористый калий	40...59	

установки ТВЧ. Паяльники периодического подогрева молоткового и торцового типов изготавливают из красной меди как наиболее теплопроводной. Такой паяльник периодически подогревают паяльной лампой, газовой горелкой или в горне. К паяльникам непрерывного подогрева относятся электрические паяльники, позволяющие осуществлять пайку непрерывно; температура их рабочей части достигает 400 °С. Паяльная лампа дает возможность нагревать изделие до 700...900 °С.

Пайку низкотемпературными припоями используют для создания герметичного шва, а также соединения деталей, не требующего большой прочности. Пайку проводят следующим образом.

Поверхность очищают от грязи и коррозии шабером, напильником или надфилем до металлического блеска. Шлифовальную шкурку не применяют, так как содержащийся в ней клей загрязняет поверхность пайки. Поверхность подготавливают до плотного соединения путем гиб-

ки, правки и опилования. Кисточкой наносят тонкий слой жидкого флюса. Твердый флюс (канифоль) наносят на поверхность, предварительно нагретую паяльником. Деталь при пайке должна быть расположена швом вверх. Как только место прикосновения паяльником прогреется и припой растечется, медленно и равномерно перемещают паяльник без отрыва вдоль шва, давая возможность припою заполнить зазор. Припой наносится тонким и равномерным слоем без пропуска. После окончания пайки выступающие приливы опиляют напильником и поверхность зачищают шкуркой.

Пайку твердыми припоями применяют, когда необходимо получить прочный теплоустойчивый шов. Для пайки твердосплавного инструмента, когда требуется высокая прочность соединения, используют индукционный нагрев и порошковый припой ПАН-21. Место пайки нагревают до температуры плавления припоя, добавляя буру, которая, расплавляясь, способствует лучшему разливу припоя.

Пайку заканчивают, когда припой полностью залетит все места соединения. Охлаждение проводят медленно, не применяя воды. Места пайки очищают от буры, припоя и промывают. Качество пайки проверяют внешним осмотром мест соединения, обращая внимание на отсутствие раковин и пропусков в местах соединения. Прочность шва контролируют легким постукиванием соединенных деталей о металлический предмет.

Лужением называется процесс покрытия поверхностей металлических деталей тонким слоем расплавленного олова или оловянно-свинцовыми сплавами (припоями). Лужение осуществляют для защиты деталей от коррозии и окисления, подготовки поверхностей к пайке легкоплавкими припоями перед заливкой подшипников баббитом. Поверхность очищают от грязи и коррозии механическим или химическим способом. Химическую очистку применяют как для обезжиривания, так и для очистки детали от оксидов.

Лужение проводят натиранием и погружением. После механической зачистки поверхность промывают в кипящем 10 %-ном растворе каустической соды и в воде. Непосредственно перед лужением поверхность покрывают флюсом (хлористым цинком) с помощью кисти, куска войлока или пакли и посыпают порошком нашатыря, затем нагревают до температуры плавления олова или другого сплава, который наносят на поверхность в виде кусочков или порошка. Когда припой от соприкосновения с нагретой поверхностью начнет плавиться, его растирают паклей или холщовой тряпкой, пересыпанной порошком нашатыря. Припой должен распределяться равномерным слоем по всей поверхности. При лужении погружением очищенную и протравленную деталь погружают на 1 мин в ванну с раствором хлористого цинка, затем на 2...3 мин в ванну с расплавленным припоем, после чего деталь извлекают из ванны. Качество лужения

проверяют внешним осмотром на равномерность распределения полуды, отсутствие вздутий и т.п.

9.8. Клепка, развальцовка труб и склеивание

Клеркой называют процесс получения неразъемного соединения с помощью *заклепок*. Заклепочные соединения применяют при изготовлении металлических конструкций, ферм, балок, емкостей, а также для рам шагающих подов нагревательных печей, соединения монтажных стыков мостовых кранов тяжелого режима работы.

Закладная головка заклепки создается при изготовлении, а замыкающая — при расклепывании стержня заклепки. В соответствии с назначением заклепки имеют различные формы головок и изготавливаются из того же металла, что и соединяемые детали. Заклепки, расположенные в один или несколько рядов для получения неразъемного соединения, образуют заклепочный шов.

Заклепочные швы бывают трех типов: прочные, от которых требуется механическая прочность, плотнопрочные и плотные, обеспечивающие герметичность соединения. В зависимости от расположения соединяемых деталей различают соединения нахлесточные, когда один край листа накладывают на другой, и стыковые, в которых соединяемые детали своими торцами плотно примыкают друг к другу и соединяются с помощью одной или двух накладок. В заклепочном соединении заклепки расположены в один, два и более рядов.

При ручной клепке пользуются слесарными молотками с квадратным бойком, поддержками, обжимками, натяжками и чеканками. Молоток выбирают в зависимости от диаметра заклепки:

Диаметр заклепки, мм.	2...2,5	3...3,5	4...5	6...8
Масса молотка, г	100	200	400	500

Поддержка служит опорой при расклепывании стержня заклепок и должна быть в 3–5 раз массивнее молотка. Обжимка служит для придания требуемой формы замыкающей головке заклепки после осадки. На рабочем конусе обжимки имеется углубление по форме головки заклепки. Натяжка представляет собой стержень с отверстием на конце диаметром на 0,2 мм больше диаметра стержня заклепки.

Чекан — слесарное зубило с плоской рабочей частью; применяется для создания герметичности заклепочного шва, достигаемой подчеканкой замыкающей головки и края листов.

Длина стержня заклепки зависит от толщины скрепляемых листов и формы замыкающей головки. Для образования потайной замыкающей головки стержень должен выступать на 0,8...1,2 диаметра заклепки, для полукруглой головки — на 1,2...1,5 диаметра заклепки. Диаметр заклепки выбирают в зависимости от толщины пакета склепываемых листов.

Диаметр отверстия под заклепку должен быть больше диаметра заклепки на 0,1...0,2 мм при точной сборке и на 0,3...1,0 мм при грубой. Выбор диаметра сверла для отверстия под заклепку выполняют по следующим данным:

Диаметр заклепки, мм. . . .	2,0	2,3	2,6
Диаметр сверла:			
точная сборка	2,1	2,4	2,7
грубая сборка	2,3	2,6	3,1

Различают два метода клепки: прямой с подходом к закладной и замыкающей головкам и обратный с односторонним подходом, когда доступ к замыкающей головке невозможен. Прямой метод клепки характеризуется тем, что удары молотком наносят по стержню со стороны замыкающей головки. Выполняют заклепочное соединение в такой последовательности.

Выбирают базу для разметки (обработанные кромки или осевые линии),

наносят осевые риски и накернивают центры отверстий под заклепки. При этом шаг $t = 3d$ между заклепками, а расстояние $a = 1,5d$ от центра крайней заклепки до края кромки детали для одностороннего шва; для двустороннего шва $t = 4d$; $a = 1,5d$. Детали совмещают и сжимают их вместе ручными тисками или струбцинами. По разметке сверлят отверстия под заклепки во всех деталях одновременно. Для заклепок с потайными головками зенкуют гнезда под головки на глубину 0,8 диаметра стержня заклепки, для заклепок с полукруглыми головками снимают сверлом или зенковкой фаски 1...1,5 мм. В отверстие снизу вводят стержень заклепки, под закладную головку подводят поддержку.

После этого осаживают детали в месте клепки с помощью натяжки, которую устанавливают на выступающий конец стержня заклепки и ударами молотка по вершине натяжки устраняют зазор между склепываемыми деталями. Несколькими ударами молотка осаживают стержень крайней заклепки, а затем боковыми ударами молотка придают полученной головке необходимую форму и окончательно оформляют замыкающую головку с помощью обжимки.

3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2
3,5	4,0	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7

Подобным способом расклепывают другую крайнюю заклепку. Клепку проводят от крайних заклепок к центру через два-три отверстия, после чего осуществляют клепку остальных заклепок. При обратном методе клепки удары молотком наносят по закладной головке через оправку с внутренней сферической поверхностью.

Кроме глухих неподвижных соединений склепывают шарнирные соединения (в плоскогубцах, кусачках, пасса-

тижах и т.д.). Пустотелые заклепки, применяемые для соединения деталей из металла, фибры, картона, кожи и пластмассы, устанавливают в аналогичной последовательности. Замыкающие головки расклепывают с помощью специальных обжимок либо развальцовывают на сверлильном станке, формируя замыкающую головку.

При соединении крупных деталей применяют горячую клепку, которую выполняют пневматическим клепальным молотком. В этом случае работу ведут вдвоем. В готовое отверстие вставляют заклепку с потайной закладной головкой и прижимают к ней поддержку. С противоположной стороны устанавливают натяжку на ударник молотка. Удерживая натяжку, включают молоток, который наносит удары по натяжке до плотного соприкосновения склепываемых поверхностей. Затем несколькими ударами молотка осаживают выступающий стержень, формируя замыкающую головку заклепки. В такой же последовательности выполняют клепку остальных заклепок.

Развальцовка труб — процесс расширения их концов в холодном состоянии в отверстиях. Такое соединение, выполненное качественно, обеспечивает его прочность и плотность. Наружный диаметр трубы, вставляемой в ее отверстие, меньше, чем само отверстие. Зазор считается нормальным, если он составляет 1 % от значения наружного диаметра трубы. Овальность и конусообразность отверстия не должна превышать 0,2 мм.

После установки трубы в отверстие вальцовочным инструментом начинают расширять трубу. В металле последней возникают пластические деформации; при этом она расширяется и закрепляется в отверстии. Во время привальцовки деформируется только труба. При дальнейшем расширении она начинает давить на стенки отверстия трубы, в которых возникают упругие деформации. При этом металл стенок отверстия будет

давить на поверхность трубы; возникнут сжимающие силы, которые и обеспечат прочность и плотность соединения.

При дальнейшем вальцевании в стенках отверстия возникают пластические деформации, а сама труба становится тоньше. Перевальцовывание может привести к потере прочности и плотности соединения. При недовальцованной трубе металл отверстия слабо обжимает трубу и не обеспечивает необходимых прочности и плотности.

Прочность соединения значительно увеличивает коническое расширение концов вальцуемых труб. Длина выступающих концов труб при отбортовке равна (11 ± 4) мм для труб диаметром 51...60 мм. Перед началом развальцовывания концы труб и отверстия зачищают до металлического блеска. Проверяют работу вальцовки на контрольном образце трубы.

Для вальцевания применяют косые вальцовки: крепежные КВК и бортовочные КВБ (рис. 9.1), которые состоят из цилиндрического корпуса 2 с прорезями, вальцовочных роликов 3, конуса 4 и бортовочных роликов 1. При вращении конуса 4 наклонные торцы роликов 3 давят на корпус 2 и обеспечивают самопроизвольную подачу вальцовки по внутренней поверхности трубы.

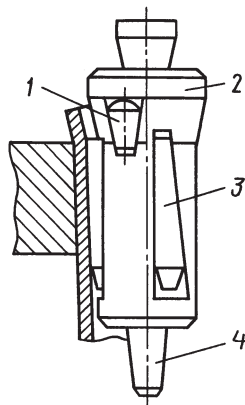


Рис. 9.1. Схема вальцовки

Одновременно с этим ролики, обкатывая под наклоном конус, стремятся продвинуть его относительно корпуса вальцовки вперед. Втягиваясь, конус раздвигает ролики, которые, в свою очередь, расширяют трубу. Происходит развальцовка трубы. В отличие от крепежной вальцовки, у которой только три вальцовочных ролика, на бортовочной закреплены еще и бортовочные ролики. Так как конусность конуса 4 и вальцовочных роликов 3 одинаковая, раздача трубы получается цилиндрической. Боровочные ролики создают угол отбортовки 15° . Приводом для косых вальцовок служат пневматические или электрические ручные машины.

Если вальцовка работает хорошо, расширение конца трубы будет цилиндрическим, переход от развальцовочного к бортовочному участку — без уступов и подрезов. Привальцовку труб выполняют крепежной вальцовкой, которую вставляют в конец трубы и вращают конус по часовой стрелке до устранения зазора. В связи с тем что труба имеет овальность, первые два оборота конуса осуществляют с силой, нажимая на вальцовку. Вращая конус в обратную сторону, извлекают вальцовку из прихваченного конца. Если труба привальцована хорошо, то она не должна качаться в отверстиях и при ее обстукивании не возникает дребезжащего звука. После привальцовки труба развальцовывается с одновременной отбортовкой косой бортовочной вальцовкой.

Склеивание является современным методом получения неразъемных соединений деталей путем введения между сопрягаемыми поверхностями слоя специального вещества, которое способно непосредственно скреплять эти детали. Важное преимущество склеивания — возможность получения соединений из разнородных металлов и неметаллических материалов. В процессе склеивания можно избежать появления внутренних напряжений и деформаций детали. Не-

достатками клеевых соединений являются их низкая термостойкость ($T \leq 100^\circ\text{C}$), склонность к ползучести при длительном воздействии нагрузок, а также длительная выдержка при полимеризации. Склеивание применяют для соединения металлических и неметаллических деталей, в том числе труб; заделки трещин и раковин в деталях; восстановления неподвижных посадок и т.п.

Технологический процесс склеивания для всех склеиваемых материалов и марок клеев состоит из следующих этапов: подготовки поверхностей к склеиванию и подготовки клея; нанесения клея на склеиваемые поверхности; выдержки после нанесения клея; сборки склеиваемых деталей; склеивания при определенных температуре и давлении с последующей выдержкой; очистки шва от подтеков клея и контроля качества клеевых соединений.

Подготовка поверхностей к склеиванию сводится к механической подгонке, приданию необходимой шероховатости, очистке от грязи и масла, тщательному обезжириванию.

Нанесенный слой клея должен быть равномерным при условии отсутствия в нем пузырьков воздуха. Клеи могут быть жидкие, пастообразные или в виде клеящей пленки. Наиболее удобны клеящие пленки, которые не требуют специального регулирования толщины клеевого слоя.

Вручную клей наносят кистью или шпателем. Жидкие клеи удобно наносить пульверизатором. Во время выдержки после нанесения клея происходит испарение из него влаги и летучих веществ; клей приобретает нужную вязкость, уменьшается усадка клеевого шва.

Совмещение склеиваемых поверхностей, исключаящее самопроизвольное смещение, выполняют с помощью струбцин, зажимных приспособлений и т.п. Процесс склеивания и отверждения должен происходить в определенном

режиме: при давлении 0,3...1 МПа; температуре 5...250 °С, времени выдержки 5 мин...30 ч. При склеивании используют механические, пневмо- и гидропрессы, установки с газовым или электронагревом, горелки и т.п. Контролируют клеевое соединение внешним осмотром, испытанием на прочность и герметичность. Качество склеивания считается удовлетворительным, если разрушение произошло по материалу детали, а не по клею. Наиболее широко применяют клеи, приведенные в табл. 9.23.

Применение клеевых соединений при изготовлении и монтаже стальных трубопроводов различного назначения по сравнению со сварными и резьбовыми позволяет в 2–3 раза сократить трудоемкость и энергозатраты. Для склеивания стальных трубопроводов разработаны специальные эпоксидные клеи, приведенные в табл. 9.24: составы I и II — для клеевых соединений бандажного типа, состав III — для клеемеханиче-

ских соединений, состав IV — для муфтовых и раструбных соединений.

Для трубопроводов применяют клеевые соединения бандажного типа, клеемеханические, муфтовые и раструбные с использованием специальных материалов (табл. 9.25).

Клеевые соединения бандажного типа (рис. 9.2, а, б) получают методом многослойной намотки на концы стыкуемых труб ленты из стеклоткани с нанесенным на нее слоем эпоксидного клея. Фиксацию стыков обеспечивают применением струбцин с призмами, бандажа из металлической ленты, опор и подвесок.

Стыки труб склеивают при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С. Концы труб зачищают на ширине $B = 0,7 D_n$, где D_n — наружный диаметр трубы. Склеиваемые поверхности после очистки обезжиривают ацетоном или бензином. Клеевой состав готовят, смешивая компаунд и отвердитель.

9.23. Типы клеев и их свойства

Марка клея	Расход клея, г/м ²	Режим отверждения			Жизнеспособность при 20 °С, ч	Предел прочности при сдвиге, МПа	Максимальная рабочая температура, °С
		Давление, МПа	Температура, °С	Продолжительность, ч			
Д-9	200...250	0,01...0,3	15...35	24	До 1	8,0	80
ЭДАФ	200...400	0,1...0,3	10...25	24			
ЭЛ-19	150...200	0,02...0,2	15...25	50...70	4...5	3,0	7,0
ВК-9	160	0,01...0,1	18...30	24	1,5	13,7	125
БОВ-1	200...250	0,05...0,1	15...30		2...3	20,0	200
КЛН-1	200		25		1,5	9,8	80
ВК-16	150...200		18...23	72	1	8,4	250
Э6-1С	250...300	0,05...0,5	15...30	24	0,5...0,66	14,7	80
УП-5-171	200...300	0,05	18...25	24...48	2...3	9,8	100
УП-5-177			18...22	24...72	5...6	6,8	80

9.24. Составы эпоксидных клеев для металлических трубопроводов

Компонент клея	Массовая доля компонентов, %, в составах				Примечание
	I	II	III	IV	
Смола эпоксидно-диановая неотвержденная ЭД-20	100				Жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета
Дибутилфталат	15	—	15	—	Маслянистая жидкость
Смола низкомолекулярная полиамидная марок: Л-19 или Л-20	—	50	—	—	Вязкая жидкость от желтого до темно-коричневого цвета
ТО-18 или ТО-19		—		100	
Портландцемент марки 400			200	—	Порошок
Кварц молотый (марок КП-2 или КП-3)			—	50	
Диоксид титана марки Р-02 вместо молотого кварца				20	
Оксид хрома					
Асбест марок М-6-30 или М-6-40		10	10	5	Волокнистый материал
Пудра алюминиевая пигментная марок ПАП-1 или ПАП-2	—		15		Пигментный порошок
Полиэтиленполиамин					

Следующей операцией является нанесение клея на подготовленную ленту из стеклоткани. Для этого на горизонтальной поверхности специального стола, покрытого полиэтиленовой пленкой, наносят шпателем полосу клея с некоторым заносом по ширине ленты. По нанесенной полосе клея раскатывают ленту из рулона, затем клеевой состав наносят на поверхность ленты тонким слоем, прилагая к шпателю небольшую силу для внедрения клея в структуру стеклоткани, и снова свертывают в рулон. Расход клея должен составлять не более 300 г на 1 м² стеклоткани.

Намотку на концы стыкуемых труб подготовленной ленты проводят вручную в радиальном направлении с натягом и без перекосов. Середина ленты при этом располагается над местом стыка концов труб. Клеевое соединение для полного отверждения клея и набора прочности выдерживают в неподвижном положении при температуре воздуха 5...17 °С в течение 4 сут; при температуре 17...25 °С — в течение 2 сут. Для ускорения отверждения клея и повышения прочностных свойств клеевых соединений их выдерживают при температуре 80 °С в течение 3 ч или при температуре

9.25. Материалы для склеивания трубопроводов

Материал	Внешний вид	Назначение	Состояние поставки
Стеклоткань конструкционная (предпочтительно марки Т-13-П):	Тканый материал	Армирующая основа соединений бандажного типа	Рулоны в мягкой таре из водонепроницаемого материала
тканые ленты из крученных комплексных нитей алюмоборсилкатного стекла марки ЛЭС			В мягкой таре из - водонепроницаемого материала
тканые конструкционные стеклянные ленты марки ЛСК			
Фенолполивинилацетальные клеи БФ-2 или БФ-4	Бесцветная жидкость (или слегка мутного цвета)	Для нанесения полосок клея на стеклоткань перед ее разрезкой	Тубовая упаковка
Ацетон	Бесцветная жидкость	Для обезжиривания поверхностей склеиваемых труб	Емкости из стекла
Бензин			

120 °С в продолжение 1,5 ч. Склеенные трубы запрещается перемещать волоком и сбрасывать с транспортных средств.

Для получения клеємеханических соединений (рис. 9.2, в) клей наносят на наружную поверхность конца трубы и внутреннюю поверхность раструба или муфты, затем прямой конец трубы вводят в раструб или муфту и фиксируют обжатием по периметру раструба, после чего клей отверждается. Длину нахлестки принимают равной $L = (1,1 \dots 1,2)D_n$.

Муфтовые и раструбные клеевые соединения (рис. 9.2, г) отличаются от клеємеханических тем, что в этих соединениях муфты и раструбы не фиксируют.

9.9. Подготовка деталей (заготовок) под сварку

Сварка — распространенная операция при монтаже оборудования и тру-

бопроводов. Применяют дуговую ручную, механизированную и автоматическую сварку под флюсом и в среде защитных газов, газовую сварку и резку. Перед образованием сварного соединения выполняют операции по подготовке деталей под сварку и их сборку; после сварки — термическую обработку по необходимости и зачистку сварных швов, контроль сварного соединения. При подготовке и сборке деталей (заготовок) под сварку следует обеспечить заданные зазоры между свариваемыми элементами, разделку кромок под сварку, которую получают механическими способами, газопламенной, плазменной резкой. Свариваемые кромки на ширину 25....30 мм должны быть очищены от окалины, коррозии, масла, краски и прочих загрязнений и высушены. Для ручной дуговой сварки основные типы, конструктивные элемен-

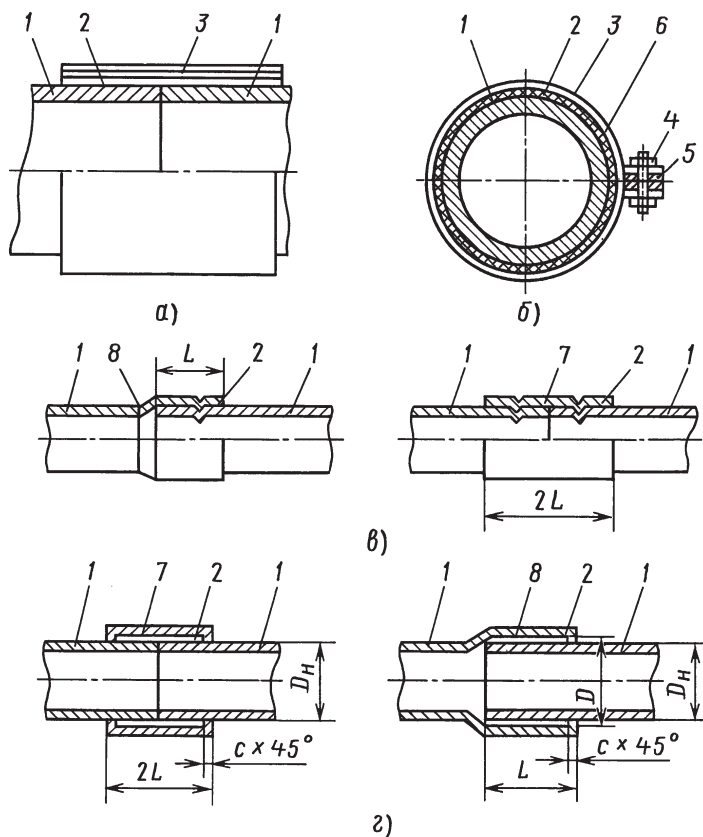


Рис. 9.2. Схемы клеевых соединений трубопроводов:

а — бандажного типа; *б* — бандаж из металлической ленты; *в* — клеомеханическое; *г* — муфтового и раструбного типов; 1 — склеиваемые трубы; 2 — клей; 3 — стеклоткань; 4 — резьбовое соединение; 5 — вкладыши; 6 — бандаж из металлической ленты; 7 — муфта; 8 — раструб

ты и размеры сварных соединений принимают в соответствии с ГОСТ 5264—80.

Сборка сварных соединений заключается в последовательном расположении собираемых деталей по чертежу и предварительном скреплении их между собой с помощью различных приспособлений (рис. 9.3) с последующим наложением коротких сварных швов, располагаемых равномерно по периметру стыка (прихваток). Прихватки выполняют длиной до 60 мм на расстоянии не более 500 мм. Детали, элементы и узлы трубопроводов собирают под сварку также на прихватках. Число и длина

прихваток зависят от диаметра трубопровода. Соединяемые концы труб, деталей и элементов трубопроводов перед сборкой и сваркой должны быть очищены от коррозии и загрязнений по кромкам и прилегающим к ним наружной и внутренней поверхностям на ширину 10...15 мм.

Смещение кромок при сборке стыка контролируют линейками, а отклонение от перпендикулярности подготовленных под сварку торцов — угольниками по двум взаимно-перпендикулярным направлениям. Размеры снятой фаски проверяют по шаблону. В зависимости

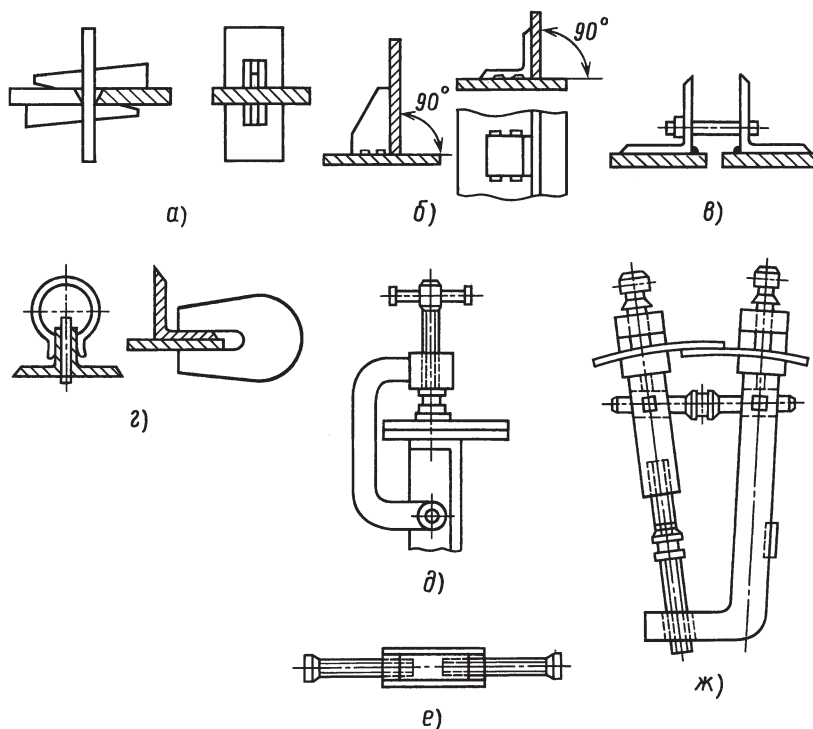


Рис. 9.3. Универсальные сборочные приспособления для сварки:

а — клинья; *б* — упоры для листов и угловых профилей; *в* — уголки на прихватах с бортом;
г — скобы; *д* — струбцины; *е* и *ж* — винтовые стяжки

от наружного диаметра трубы D_n отклонение от перпендикулярности при контроле угольником с длиной полки 100 мм не должно превышать следующих величин:

Для уменьшения отклонений от осности и овальности стыкуемых концов труб применяют наружные и внутренние центраторы различных конструкций.

Наружный диаметр, мм	До 133	159...219	273...325	377...630	Св. 630
Отклонение от перпендикулярности торцов к оси трубы, °	1	2	2,5	3	5

Глава 10

СБОРКА ТИПОВЫХ УЗЛОВ

10.1. Резьбовые соединения

Виды резьбовых соединений. *Резьбовым* называют соединение составных частей изделия, выполняемое с помощью детали, имеющей резьбу. Резьбы (табл. 10.1) образуют на цилиндрическом или коническом стержне нареза-

нием канавок с сечением определенного профиля или накаткой.

Резьбы, применяемые для неподвижных соединений, называют *крепежными*, или *крепежно-уплотняющими*. Такие резьбы должны обеспечивать прочность, а в некоторых случаях и герметичность соединений. Резьбы, образу-

10.1. Основные виды резьб

Резьба	Номинальный диаметр, мм	Шаг резьбы <i>P</i> , мм	Угол профиля, °
Крепежная:			
метрическая с крупным шагом (ГОСТ 8724–81)	0,25...68	0,075...6	60
метрическая с мелким шагом (ГОСТ 8724–81)	1...600	0,2...6	
дюймовая (ОСТ НКТП 1260)	3/16...4"	3...24 нитки на дюйм	55
метрическая коническая (ГОСТ 25229–82)	6...60	1...2	60
круглая	8...200	2,54...6,35	30
Для передачи движения:			
трапецеидальная однозаходная (ГОСТ 24737–81, 24738–81)	8...640	1,5...48	
трапецеидальная многозаходная (ГОСТ 24739–81)	10...320		
упорная (ГОСТ 10177–82)	10...640	2...48	Передний 3, задний 30
Крепежно-уплотняющая:			
трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357–81)	1/16...6"	11...28 ниток на дюйм	55
трубная коническая (ГОСТ 6211–81)			
дюймовая коническая (ГОСТ 6111–52)	1/16...2"	11,5...28 ниток на дюйм	60

щие подвижные соединения для передачи заданного перемещения одной детали относительно другой, называют *кинематическими*. Эти резьбы должны обеспечивать передачу требуемых сил, необходимую точность перемещений и минимальные потери на трение.

Метрические резьбы в основном применяют для крепежных шпилек, болтов, винтов и гаек; трубная предназначена для различных трубных соединений; прямоугольную и трапецеидальную используют для деталей передачи движения, например в ходовых винтах, домкратах и т.п.; упорная резьба рекомендуется для механизмов, работающих под большим давлением, например в гидравлических и механических прессах; круглую резьбу применяют для водопроводной арматуры, вагонных сцепок и др.; коническую широко используют в трубных соединениях, работающих при высоких давлениях.

Порядок сборки. Сборку резьбовых соединений осуществляют следующими методами: приложением крутящего момента, ударно-вращательных импульсов, осевых сил к крепежным деталям; температурной деформацией. Выбор метода сборки резьбовых соединений зависит от требуемой точности конструктивных особенностей резьбового соединения и серийности сборки.

Резьбовые соединения собирают в такой последовательности. Осуществляют расконсервацию крепежных и соединяемых деталей, снимая защитную смазку бензином-растворителем. Тщательно проверяют состояние резьбы, снимают заусенцы, поврежденные места зачищают, резьбу смазывают и контролируют свинчиваемость соединения. Резьбу смазывают графитовой пастой, состоящей из 40 % графита и 40 % смазки ЦИАТИМ-221, или машинным маслом с добавкой 20 % графита. (Вид смазки для ответственных резьбовых соединений указывает завод-изготовитель). Затем проверяют прилегание стыкуе-

мых поверхностей; при необходимости осуществляют пригонку и устраняют забоины, заусенцы. Для создания герметичности соединяемые поверхности иногда пришабривают или притирают. При наличии прокладок контролируют правильность их положения. Зазор между поверхностями разъема выдерживают согласно техническим условиям.

При сборке болтовых соединений совмещают оси отверстий и вставляют сначала болты, а затем устанавливают шайбы или подкладные стопорные элементы и навинчивают гайки. Предварительно затягивают гайки и измеряют зазор по их опорным поверхностям. Прилегание опорных поверхностей гаек должно быть не менее 75 % по всей длине их окружности. Окончательно затягивают гайки, в соответствии с техническими условиями контролируют правильность взаимной ориентации соединяемых деталей, крутящий момент или заданную осевую силу.

При сборке соединений со шпильками последние ввертывают в корпус, устанавливают промежуточные детали и шайбу и навинчивают гайку. Чтобы шпилька не вращалась при завинчивании гайки, в соединении шпильки с корпусом должен быть натяг, а с гайкой — зазор. Для правильной постановки шпилек необходимо выдержать перпендикулярность оси резьбового отверстия к опорной поверхности корпусной детали (табл. 10.2). Отклонение от перпендикулярности оси шпильки контролируют с помощью угольника и шупа, а высоту — по шаблону (рис. 10.1).

Правильно поставленная шпилька в отверстии должна сидеть плотно и при отвинчивании гайки не должна вывинчиваться из детали. Недопустимо подгибать шпильки, не входящие в отверстие детали, поскольку во время эксплуатации таких соединений возникают трещины. Перекос шпилек исправляют только нарезанием новой резьбы в корпусе.

10.2. Отклонения от перпендикулярности (мм) шпильки относительно опорной поверхности корпуса

Степень точности резьбы	Длина выступающей части шпильки, мм		
	До 50	50...120	Св. 120
4	0,06	0,06	0,10
6	0,10	0,10	0,16
8		0,16	

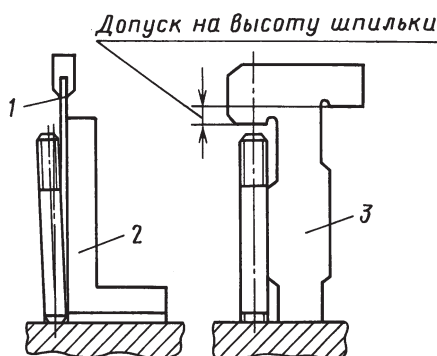


Рис. 10.1. Схема контроля отклонения от перпендикулярности и длины выступающей части шпильки:

1 — щуп; 2 — угольник; 3 — шаблон

Для заворачивания шпилек используют гайки, простейшие и специальные приспособления (рис. 10.2), а также механизированные шпильковерты.

Сломанную часть шпильки удаляют несколькими способами. Если сломанная часть шпильки выступает над поверхностью детали, запиливают грани по выступающей части и разводным ключом или ручными тисками вывинчивают обломок. Когда обломанная шпилька не выступает над поверхностью детали, шпильку удаляют следующими способами.

Сверлят отверстие и забивают в него зубчатый бор (рис. 10.3, а).

При вращении за квадратную головку бора шпилька вывертывается. Для вывертывания обломка шпильки в про-

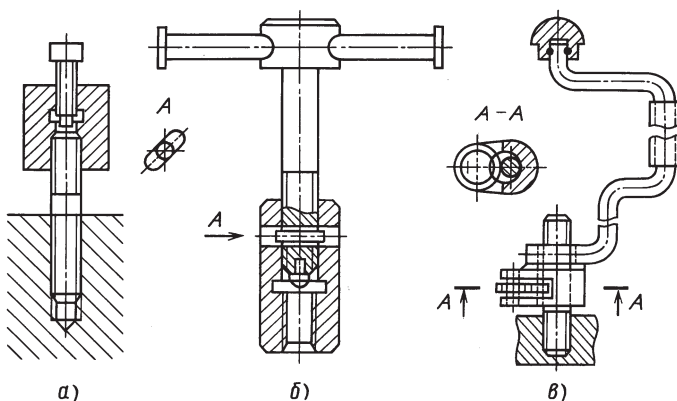


Рис. 10.2. Средства для заворачивания шпилек:

а — специальное приспособление «солдатик»; б — ключ для заворачивания шпилек; в — ключ для заворачивания шпилек за гладкую часть

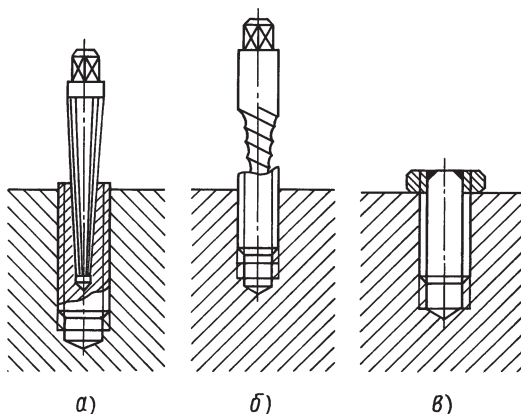


Рис. 10.3. Способы удаления сломанных шпилек:

а — зубчатым бором; *б* — коническим экстрактором с левой резьбой; *в* — с помощью приварной гайки

сверленное отверстие может быть вставлен другой инструмент — экстрактор, представляющий собой конический стержень, на поверхности которого нарезаны специальные левые канавки (рис. 10.3, *б*). При ввертывании экстрактора шпилька вывинчивается.

В определенных случаях к торцу сломанной шпильки можно приварить гайку (рис. 10.3, *в*) и вывернуть их совместно. Из алюминиевых корпусов сломанную шпильку можно удалить раствором азотной кислоты; из отверстий небольших корпусных деталей — электроэрозионным сверлением.

Основное требование, предъявляемое к постановке шпилек в корпусные детали, — обеспечение устойчивости сопряжения шпильки с корпусом. Недопустимо страгивание, поворот или вывертывание шпильки при затяжке либо отвертывании гайки и в процессе эксплуатации. Это требование обеспечивается созданием на боковых гранях витков шпильки и корпуса значительных давлений, а следовательно, и сил трения, препятствующих повороту шпильки. Рекомендуемые способы стопорения шпилек приведены в табл. 10.3.

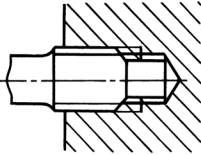
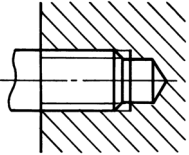
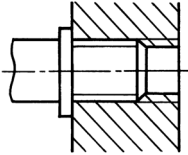
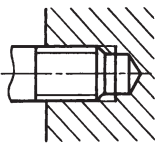
Эффективность стопорения шпильки в корпусе можно оценить по крутящему моменту стягивания при ее отвинчивании, который зависит от момента затяжки шпильки при завинчивании. Стопорение шпилек путем натяга по среднему диаметру резьбы начало широкого применения в точном машиностроении. При этом способе стопорение происходит в результате сил трения, возникающих на профиле от радиального натяга.

Посадки выбирают в зависимости от их назначения и материала корпуса. Для шпилек с диаметром резьбы 10...30 мм при установке их в стальные корпуса натяг по среднему диаметру составляет 0,02...0,06 мм, а в чугунные или алюминиевые — 0,04...0,12 мм.

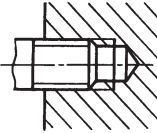
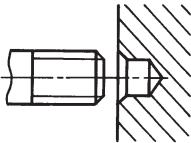
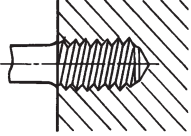
Способ стопорения шпилек посадкой на сбеги резьбы наиболее прост и экономичен. Шпильку свободно ввинчивают в отверстие, а затем вдавливают участком сбег в фаску витка резьбы корпуса, создавая радиальный натяг на сбегах и осевой на профиле резьбы.

Стопорение шпилек упором бурта и в дно резьбового отверстия происходит вследствие сил трения на опорной поверхности бурта и конуса шпильки,

10.3. Способы стопорения шпилек в корпусных деталях

Тип соединения	Способ стопорения	Материал корпусной детали	Примечание
	Путем натяга по среднему диаметру резьбы	Сталь, чугун, сплавы алюминия и магния	Применяется в ответственных соединениях как при глухих, так и при сквозных отверстиях
	Посадкой на сбеги резьбы	Сталь, чугун, сплавы алюминия	Не рекомендуется применять при высоких динамических нагрузках. Используется при глухих сквозных отверстиях
	Упором бурта шпильки	Сплавы алюминия	Наименьший диаметр бурта должен быть не менее 1,5 мм. Применяется при глухих и сквозных отверстиях
	Упором в дно резьбового отверстия	Сталь, сплавы алюминия	Угол фаски шпильки должен быть равен углу заточки сверла. Применяется только при глухих отверстиях

Окончание табл. 10.3

Тип соединения	Способ стопорения	Материал корпусной детали	Примечание
 	Посадкой на клей	Сталь, мягкие металлы	Температурный режим работы соединения ограничен температурным диапазоном клея. Применяется при глухих и сквозных отверстиях
	Завинчиванием шпильки в гладкое отверстие	Легкие сплавы алюминия и магния	Шпилька завинчивается через кондукторную втулку. Применяется при глухих и сквозных отверстиях
 	Установкой спиральной вставки	Легкие сплавы алюминия и магния	Применяется для увеличения прочности среза резьбы в отверстиях корпуса

а также на профиле резьбы от осевого натяга. Стопорение с помощью бурта существенно повышает сопротивление усталости соединения; однако это связано с увеличением трудоемкости изготовления и размеров резьбовой детали.

При посадке шпильки на клей предусматривают гарантированный зазор по среднему диаметру резьбы, что снижает требование к точности изготовления резьбовых деталей, но увеличивает трудоемкость сборки соединений.

При стопорении спиральной вставкой последняя представляет винтовую пружину, изготовленную из проволоки ромбического сечения. Такая вставка увеличивает в корпусной детали поверхность среза резьбы, а это особенно важно, когда корпус выполнен из материала, менее прочного, чем материал шпильки.

Для получения равномерной затяжки всех гаек, болтов или шпилек группового соединения применяют предельные или динамометрические ключи и определенный порядок сборки. Неответственные резьбовые соединения затягивают в два «обхода», ответственные — в три-четыре обхода, постепенно увеличивая силу затяжки P_3 до номинальной: первый обход — $0,2P_3$, второй — $0,5P_3$, третий — $0,7P_3$ и четвертый — $1,0P_3$. Кроме того, затяжку групповых соединений необходимо выполнять в последовательности, показанной на рис. 10.4.

Инструментами для сборки резьбовых соединений являются: ручные гаечные ключи различных конструкций; ключи для шпилек; разнообразные отвертки, в частности с регулируемым крутящим моментом; механизирован-

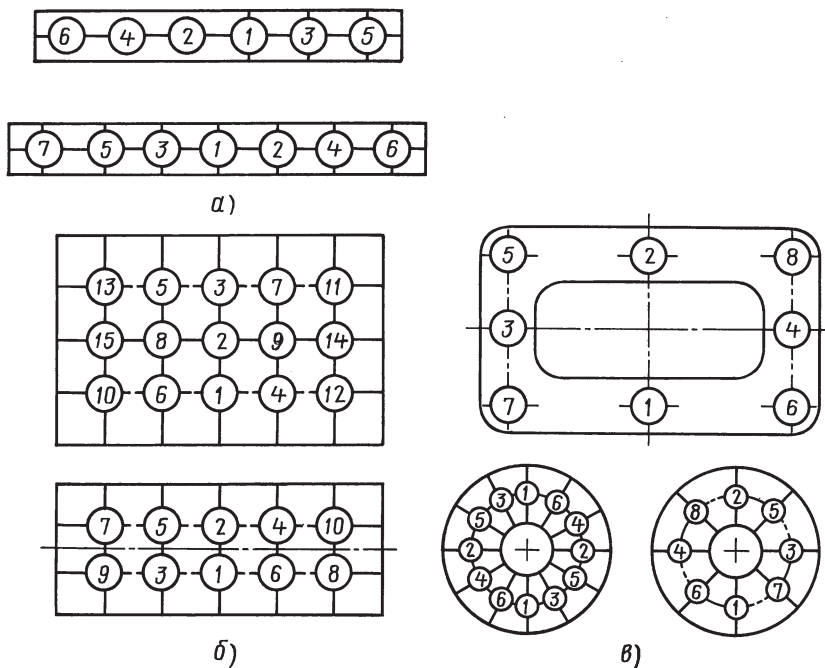


Рис. 10.4. Схема последовательности затяжки:

а — полосовых стыков; б — прямоугольных стыков; в — фланцевых стыков; цифрами обозначены номера операций

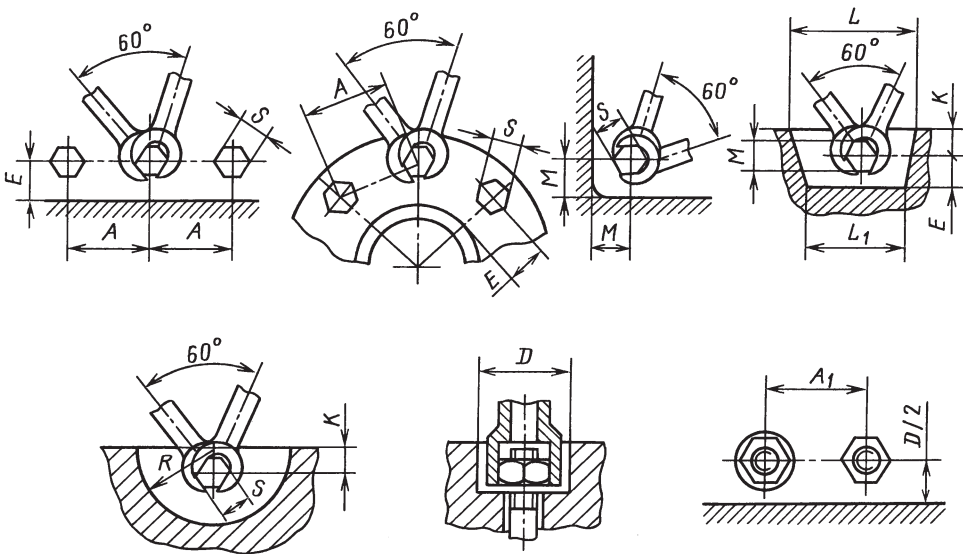
ный инструмент; специальные приспособления и устройства. Длина рукоятки гаечного ключа принята равной не более 15 диаметрам резьбы, а прикладываемая сила не более 200 Н, что обеспечивает нормальную затяжку и исключает возможность срыва резьбы.

При необходимости обеспечить крутящий момент свыше 200 Н·м использу-

ют ключи с удлиненной рукояткой, мультипликаторы, а также ключи и приспособления с гидро- и пневмоприводом. Выбор конструкций ключей зависит от исполнения мест головки гаек (табл. 10.4), расположения сборочных единиц.

В процессе затяжки резьбовых соединений могут происходить срывы ключей

10.4. Минимальные размеры мест (мм) под головки гаечных ключей



Зев S ключа	A	$E = K$	M	L	L_1	R	D	A_1
10	20	8	11	36	28	18	22	18
12	24	10	13	45	34	22	26	20
13	26	10	14	45	34	23	—	—
14	28	11	15	48	36	24	26	22
17	34	13	17	52	38	26	30	26
19	36	14	19	60	45	30	32	30
22	42	15	24	72	55	36	36	32
24	48	16	25	78	60	38	40	36
27	52	19	28	85	65	42	45	40

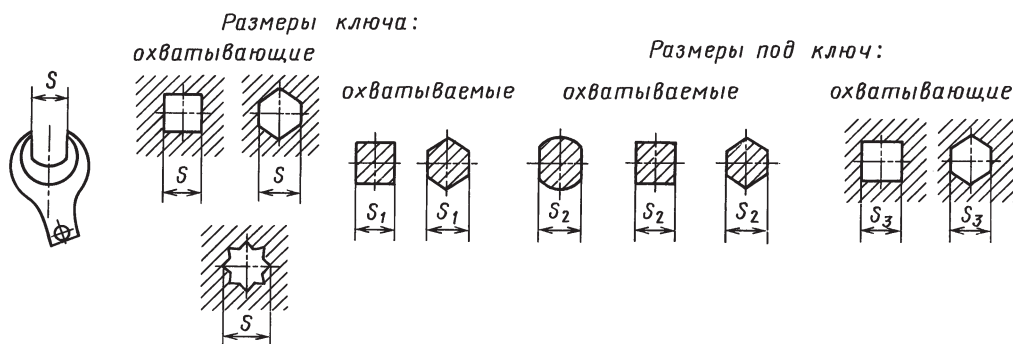
Окончание табл. 10.4

Зев S ключа	A	$E = K$	M	L	L_1	R	D	A_1
30	58	20	30	98	75	48	48	45
32	62	22	32	100	80	50	52	48
36	68	24	36	110	85	55	60	52
41	80	26	40	120	90	60	63	60
46	90	30	45	140	105	68	70	65
50	95	32	48	150	110	72	75	70
55	105	36	52	160	120	80	85	78
60	110	38	55	170	130	85	Параметры отсутствуют	
65	120	42	60	185	145	92		
70	130	45	65	200	160	98		
75	140	48	70	210	170	105		
80	150	48	75	230	190	115		
85	160	52	82	250	195	125		
90	170	58	88	260	200	130		
95	175	58	92	280	210	135		
100	190	65	98	300	230	145		
105	200	68	102	310	240	150		
110	205	70	105	320	250	155		
115	215	72	110	340	270	160		
130	245	80	120	380	290	190		
145	275	95	140	430	320	210		
155	295	100	150	450	350	225		
175	330	110	165	510	390	255		
180	335	115	170	530	410	265		
185	345	115	175	540	420	270		
200	370	120	180	580	450	290		
210	395	130	205	610	470	305		
225	420	140	220	650	500	325		

и смятие кромок гаек или головки болтов (винтов). Поэтому зазоры между губками ключей и гайками или головками болтов

(винтов) должны находиться в заданных пределах (табл. 10.5). Не допускается применять изношенные ключи.

10.5. Допустимые отклонения (мм) размеров ключа и под ключ



Размеры ключа				Размеры под ключ			
S — охватывающие			S_1 — охватываемые	S_2 — охватываемые			S_3 — охватываемые
Номинальные размеры S ; S_1 ; S_2 ; S_3	нормальной точности	грубой точности		повышенной точности	нормальной точности	грубой точности	
10	+0,19	0,24	−0,058	−0,20	−0,36	—	+0,15
	+0,04	+0,04					+0,05
12, 13	+0,24	+0,35	−0,120	−0,24	−0,43	—	+0,18; +0,06
	+0,04	+0,04					
14	+0,27	+0,35					
	+0,05	+0,05					
17	+0,30	+0,40					
	+0,05	+0,05					
19; 22; 24	+0,36	+0,46	−0,140	−0,28	−0,52	—	+0,21; +0,07
	+0,06	+0,06					
27; 30	+0,48	+0,48					
	+0,08	+0,08				−0,84	

Окончание табл. 10.5

Размеры ключа				Размеры под ключ			
S — охватывающие			S_1 — охваты- ваемые	S_2 — охватываемые			S_3 — охва- тываю- щие
Номи- нальные размеры S ; S_1 ; S_2 ; S_3	нормаль- ной точ- ности	грубой точности		повы- шенной точности	нормаль- ной точ- ности	грубой точности	
32; 36; 41; 46; 50	+0,60	+0,70	−0,170	−0,34	−1,00		+0,25
	+0,10	+0,10					+0,05
55; 60; 65; 70	+0,72	+0,92	−0,20	−0,40	−1,20		+0,30
	+0,12	+0,12					+0,10
75; 80; 85; 90; 95; 100	+0,85	+1,15	—	−0,87	−1,40		—
	+0,15	+0,15					
105; 110; 115	+1,00; +0,20	+1,40; +0,20		−1,00	−1,60		
	+1,25						
130; 145; 155; 175; 180; 185; 200; 210	+0,25	—		−1,15	−1,90		
	+1,50; +0,30						
225							

Механизированную сборку резьбовых соединений диаметром до 24 мм на монтажных площадках можно выполнять с помощью ручных резьбовертывающих машин: гайко-, винто-, шурупо- и шпильковертов. Навинчивание и затяжка гаек, болтов и винтов посредством механизированных инструментов осуществляются в такой последовательности: проводят подготовку крепежных и соединяемых деталей; болты (винты, гайки) вручную ввертывают на одну-две нитки; сменную головку гайковерта, закрепленную на квадратном конце шпинделя, надевают на головку болта (гайки) и включают гайковерт; контролируют силу затяжки выбранным способом.

При сборке более 40...50 резьбовых соединений диаметром свыше 20 мм эффективен двухэтапный метод сборки. На первом этапе с помощью легких гайковертов и специальных накидных головок навинчивают гайки до упора. На втором этапе с использованием силовых устройств, ключей-мультипликаторов, гидравлических ключей проводят окончательную затяжку.

Стопорение осуществляют путем жесткого соединения резьбовых деталей между собой (болта и гайки, винтов в групповом соединении); созданием дополнительных сил трения в резьбе или на опорных поверхностях резьбового соединения (стопорения контр-

гайкой, винтом, самостопорящимися гайками); местными пластическими деформациями и т.п.

Стопорение с помощью деформируемых стопорящих элементов выполняют шплинтами, проволочными отгибными штифтами, коническими разводными штифтами, обвязкой болтов и гаек проволокой.

Стопорение посредством недеформируемых элементов проводят цилиндрическими и коническими штифтами и кольцами-шплинтами. Этот способ стопорения имеет следующие недостатки: резьба по образующей просверленного отверстия плотно «спрессовывается», в результате чего демонтаж соединения весьма затруднен.

Применяют способ стопорения резьбовых соединений с использованием удерживающей накладки и стопорного винта. Возможно стопорение резьбовых соединений с помощью сварки, пайки, расклепывания и накернивания. Болты и гайки с фланцевыми головками, на опорной поверхности которых есть зубья, а также стопорные шайбы с зубьями обеспечивают надежное стопорение резьбового соединения вследствие вдавливания зубьев в деталь.

Стопорение путем силового замыкания на резьбу основано на создании дополнительных сил трения по сторонам витков резьбы при радиальном или осевом давлении. Преимуществом такого стопорения является возможность выполнения бесступенчатой затяжки. Стопорение осуществляют контргайкой; при этом ее витки соприкасаются с нижними сторонами профиля резьбы болта и осевая нагрузка воспринимается витками резьбы контргайки.

Рациональную конструкцию стопорящих элементов выбирают в зависимости от конструктивных, технологических, эксплуатационных и экономических условий. При этом учитывают: степень ответственности соединения, число разборок и сборок в процессе экс-

плуатации, размеры соединяемых деталей, особенности сборки и контроля сил затяжки, трудоемкость установки и стоимость стопорящих элементов.

Контроль сил затяжки в резьбовом соединении при различных методах сборки — необходимое условие правильной сборки и надежной работы резьбовых соединений. Насколько важно правильно выбрать расчетную схему и точно выполнить расчет резьбового соединения, настолько же важно реализовать на практике полученную силу затяжки. Контролируют силу затяжки резьбовых соединений косвенными методами. При этом используют предварительно градуированные средства контроля либо измеряют одну или несколько величин, связанных с силой затяжки, которые вычисляют по соответствующим аналитическим зависимостям.

Применяемые методы контроля силы затяжки основаны на измерении: деформаций болта, шпильки или стягиваемых деталей; сил, прикладываемых к крепежным деталям; физических характеристик материала болта или шпильки при нагружении. Метод контроля силы затяжки по крутящему моменту является наиболее удобным, производительным и распространенным. Этот метод не требует высокой квалификации рабочих, выполняющих контроль, или конструктивных изменений в крепежных деталях. Осуществляют затяжку ручными или механизированными рычажными ключами; одновременно контролируют силу в шпильке или болте.

Применение градуированных ключей основано на связи крутящего момента на ключе и осевой силы затяжки. Для определения момента при заданной силе затяжки с некоторым приближением используют зависимость

$$M_k = 0,2P_3d,$$

где P_3 — сила затяжки; d — диаметр резьбы; 0,2 — коэффициент, учитывающий трение в резьбе.

Соотношение между прикладываемым крутящим моментом и осевой силой затяжки зависит от коэффициента трения в резьбе и на торце гайки (болта), состояния резьбы, повторяемости и скорости завинчивания. На точность контроля силы затяжки значительное влияние оказывают перекосы опорных поверхностей гайки или головки болта. Поэтому данный метод обеспечивает сравнительно невысокую точность (до $\pm 20\%$). Улучшая качество изготовления резьбы, применяя смазку, специальные покрытия, можно добиться точности до $\pm 15\%$.

При сборке резьбовых соединений большого диаметра предварительным растяжением, которое создают специальным устройством — домкратом, через

муфту к шпильке (болту) прикладывают силу P_d , растягивающую ее в пределах упругой деформации. Растянутую шпильку (болт) фиксируют гайкой, после чего силу P_d снимают (рис. 10.5, а). При этом сила вытяжки снижается на некоторую величину. Возникающими в процессе растяжения упругими силами деформации соединяемых деталей создается сила затяжки. Последнюю в данном случае оценивают по прикладываемой силе вытяжки согласно зависимости

$$P_3 = P_d K_p,$$

где P_d — предварительная сила вытяжки; K_p — коэффициент разгрузки; для шпилек (болтов) длиной $5 \dots 10d$ коэффициент K_p следует принимать соответственно равным 1,3...1,1.

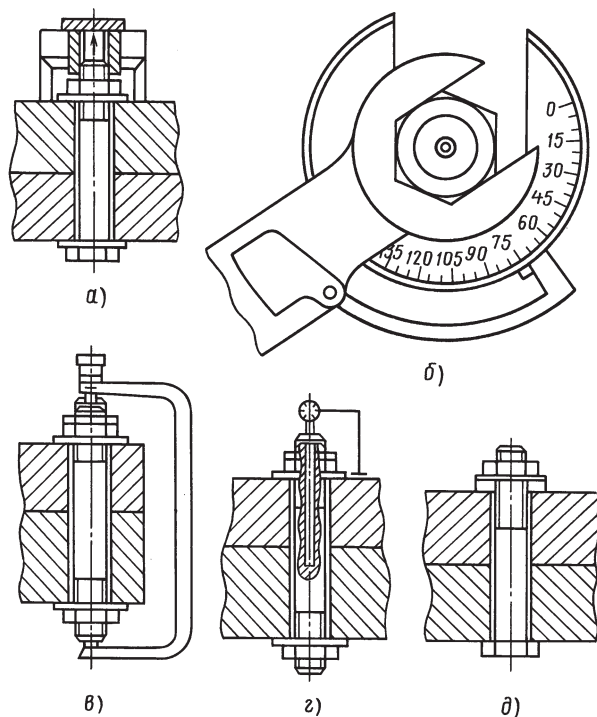


Рис. 10.5. Схемы контроля силы затяжки:

а — по осевой силе; б — по углу поворота гайки; в — скобами; г — с помощью индикатора; д — мерными шайбами

Таким образом, определяя по манометру силу вытяжки, можно рассчитать силу затяжки. Точность контроля силы затяжки при данном способе сборки составляет $\pm 10\%$.

Метод контроля силы затяжки по углу поворота гайки основан на принципе совместного измерения суммарной деформации болта (шпильки) и стягиваемых деталей. В технических условиях на сборку резьбового соединения задают угол поворота гайки. Силу затяжки по углу поворота гайки находят по формуле

$$P_3 = \frac{\alpha P E F}{360^\circ \cdot l},$$

где α — угол поворота гайки; P — шаг резьбы; E — модуль упругости материала болта; l — длина болта (шпильки); F — площадь сечения болта (нетто).

Силу затяжки по углу поворота гайки контролируют с помощью специальных шаблонов, транспортиров (рис. 10.5, б) и по разметке. Основную долю в продольной деформации занимает податливость болта, однако для податливых фланцев необходимо учитывать и податливость стягиваемых деталей.

Указанный метод наиболее прост при сборочных работах, однако сложность определения податливости стягиваемых деталей и неопределенность начала отсчета угла при наличии перекосов, микро- и макронеровностей на торце гайки и сопрягаемых поверхностях снижает точность этого метода. Точность обеспечения заданной силы затяжки при контроле по углу поворота гайки с предварительным обжатием стыка составляет $\pm 15\%$.

Метод контроля силы затяжки по удлинению болта (шпильки) менее технологичен, чем методы контроля по углу поворота и крутящему моменту, но наиболее надежен и точен, так как не зависит от определения коэффициента трения в резьбе или контактных перемещений в стягиваемых деталях. Этот метод

используют при контроле силы затяжки ответственных болтов и шпилек на фланцах аппаратов и трубопроводов высокого давления, шатунных и стяжных болтах двигателей. Силу затяжки в зависимости от удлинения болта (шпильки) определяют по зависимости

$$m_3 = \frac{\Delta l E F}{l},$$

где Δl — удлинение болта (шпильки).

При использовании данного метода в процессе затяжки гаек измеряют удлинение болта с помощью микрометров или индикаторов. Для этой цели в конструкции должны быть предусмотрены измерительные базы или возможность крепления измерительных приборов. Конструктивные и технологические трудности, возникающие при использовании этого метода, привели к разработке приемов и способов контроля, основанных на измерении деформации стержня болта (шпильки), применении полых болтов и различных мерных элементов (тарированных шайб) и др.

На рис. 10.5, г представлена конструкция болта (шпильки), имеющего по оси отверстие, соответствующее длине деформируемой части. В это отверстие устанавливают приспособление, состоящее из специальной цанги с индикатором и контрольного стержня. При этом способе силу затяжки оценивают как в процессе сборки, так и во время эксплуатации, а его точность составляет $\pm 8\%$.

На этом же принципе основан контроль с помощью специальных мерных шайб, устанавливаемых между двумя обычными шайбами (рис. 10.5, д). Гайку затягивают до тех пор, пока зазор не будет полностью устранен и контрольное кольцо не окажется зажатым.

Сборку резьбовых соединений большого диаметра, применяемых в мощных прессах, молотах, дизелях и других машинах, выполняют путем температурной деформации. Нагрев болта или шпильки осуществляют посредством стержневых

электронагревателей, вставляемых в отверстия болтов, или разъемных муфт, охватывающих болт снаружи (рис. 10.6). Нагрев участка болта или шпильки проводят в течение 5...6 ч. В результате температурного удлинения образуется зазор между скрепляемым фланцем и гайкой, затем обычным ключом довертывают гайку до упора. После охлаждения в соединении возникает сила затяжки; при этом болт будет удлиняться, а стянутые детали — сжиматься. Силу затяжки в зависимости от температуры болта T определяют по формуле

$$P_3 = \frac{\alpha_t l_n T E F}{l},$$

где α_t — коэффициент линейного расширения материала болта; l_n — длина участка

болта, на которой проводится нагрев; t — изменение температуры болта.

Контроль силы затяжки тензометрированием основан на измерении деформации болта (шпильки) и является наиболее точным. Однако применение этого метода связано с большими затратами труда и требует специальных условий. В зависимости от выбранной методики испытаний на гладкую или резьбовую часть болта (шпильки) наклеивают провололочные тензодатчики и соединяют их с регистрирующей аппаратурой. Проводят затяжку резьбового соединения и контролируют напряжение. Этот метод применяют для контроля особо ответственных, уникальных резьбовых соединений. Точность контроля тензометрированием составляет $\pm 5\%$.

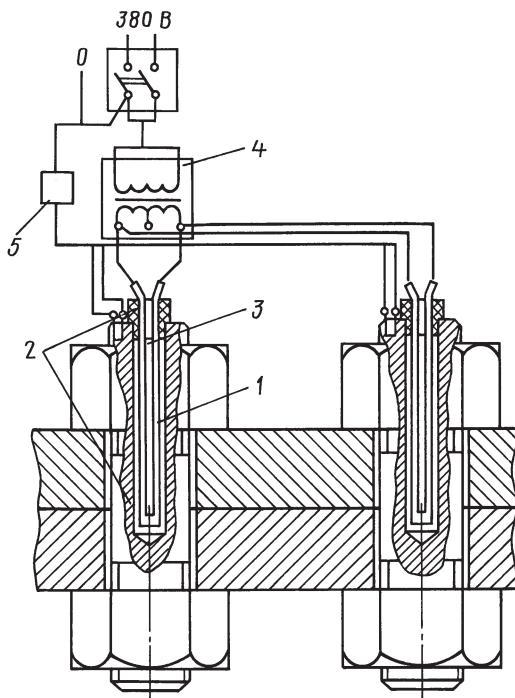


Рис. 10.6. Электрический нагреватель:

1 — нагревательный элемент; 2 — изоляционно-направляющие втулки; 3 — контактные пластины; 4 — трансформатор; 5 — термопара с потенциометром

Из рассмотренных наибольшее применение имеют методы контроля силы затяжки по крутящему моменту и углу поворота гайки. Сравнительная оценка точности методов контроля сил затяжки приведены в табл. 10.6.

Особенности сборки соединений на высокопрочных болтах. Соединения стальных конструкций на высокопрочных болтах с временным сопротивлением разрыву $\sigma_b = 1100$ МПа в последнее время получают все большее распространение. Высокопрочные болты устанавливают с зазором, а внешняя нагрузка уравновешивается силами трения в стыке, которые образуются от затяжки высокопрочных болтов. К подготовительным операциям сборки таких соединений относят: расконсервацию и очистку высокопрочных болтов; подготовку элементов конструкций; контрольно-тарировочную проверку инструмента.

Для расконсервации и очистки высокопрочные болты, гайки и шайбы погружают в бак с кипящей водой на 8...10 мин, промывают в смеси из 85 % неэтилированного бензина и 15 % машинного масла (типа автол) и сушат.

Очищенные болты, гайки и шайбы хранят в закрытых ящиках не более 10 сут., после чего повторяют обработку.

Заусенцы, обнаруженные вокруг и внутри отверстий, а также по краям соединяемых элементов, удаляют с помощью электрических и пневматических ручных машин плоской стороной шлифовального круга без образования углублений, нарушающих контакт соприкасающихся поверхностей. При перепаде поверхностей соединяемых элементов, равном 0,5...3 мм включительно, на выступающем элементе выполняют скос зачисткой на расстоянии до 30 мм от края элемента. При перепаде поверхностей более 3 мм применяют выравнивающие прокладки.

К основным технологическим операциям сборки высокопрочных болтов относятся: обработка контактных поверхностей; сборка соединений; установка высокопрочных болтов; натяжение и контроль за силой затяжки болтов. Градуировку динамометрических ключей выполняют раз в смену.

Способ обработки контактных поверхностей стальных строительных кон-

10.6. Сравнительная оценка точности методов контроля сил затяжки резьбовых соединений

Метод контроля	Точность, % ($\pm$)	Относительные затраты
По крутящему моменту:		
динамометрическими и предельными ключами	15	1,5
гаечными ключами	30	1
По углу поворота гайки	15	2
По удлинению болта с помощью:		
индикатора	8	5
мерных шайб	10	7
тензодатчиков	5	20
По прикладываемой силе затяжки	10	10

струкций выбирают в соответствии с коэффициентом трения, указанным на чертежах. Установлены следующие способы обработки контактных поверхностей, выполняемых на монтажной площадке: пескоструйный (дробеструйный), газопламенный, металлическими щетками, клеофрикционный.

Срок хранения конструкций, обработанных пескоструйным (дробеструйным), газопламенным способами и металлическими щетками, до сборки не должен превышать 3 сут.

Непосредственно сборку соединений выполняют в такой последовательности:

- совмещают отверстия и фиксируют элементы с помощью сборочных пробок, которые должны составлять 10 % от числа отверстий, но не менее двух;
- устанавливают высокопрочные болты в отверстия, свободные от пробок;
- предварительно плотно стягивают пакет соединяемых элементов и проводят окончательное натяжение высокопрочных болтов с силой, указанной на чертежах;
- извлекают сборочные пробки, устанавливают болты и натягивают их до проектной силы;
- грунтуют соединения.

Затяжку высокопрочных болтов до значения, составляющего 80...90 % силы, можно выполнять редкоударными электрическими и пневматическими гайковертами с шарнирами и удлинителями. Окончательное натяжение болтов до силы, указанной на чертежах, осуществляют динамометрическими ключами. Момент затяжки высокопрочных болтов определяют по зависимости

$$M_3 = K P d,$$

где K — коэффициент затяжки, принимаемый по сертификатам на высокопрочные болты или определяемый с помощью динамометрического прибора и обычно считающийся равным 0,18; P — сила натяжения болта, задан-

ная на чертежах; d — номинальный диаметр болта.

Под головки высокопрочных болтов и гаек ставят по одной термообработанной шайбе. Выступающий конец болта должен иметь не менее одной нитки резьбы над гайкой. При несовпадении отверстий проводят их рассверливание, не применяя охлаждающей жидкости. Предварительную и окончательную затяжки высокопрочных болтов выполняют от середины соединения к краям. Качество выполнения соединений на высокопрочных болтах проверяют пооперационно. Контролю подлежит качество обработки контактных поверхностей. Отклонение фактического момента затяжки от момента, указанного на чертежах, не должно превышать 20 %. Плотность пакета соединяемых элементов контролируют щупом толщиной 0,3 мм, который не должен проходить между поверхностями по контуру соединяемых элементов.

10.2. Соединения с гарантированным натягом

Соединение деталей с натягом обеспечивается силами трения, зависящими от давления, определяемого натягом. Исходя из сил, которые должны выдерживать неподвижные соединения при работе машин, соединения выполняют с помощью посадок с гарантированным натягом и переходных.

Сборка соединений с гарантированным натягом может осуществляться под действием осевой силы или термовоздействием, т.е. с нагревом охватывающей или охлаждением охватываемой детали.

Процесс сборки продольно-прессовых соединений состоит в том, что к одной из двух деталей, охватываемой (валу) или охватывающей (втулке), прикладывается осевая сила, надвигающая детали друг на друга. Сила запрессовки растёт от нуля до максимального значе-

ния. Охватываемая деталь имеет наружный диаметр, больший, чем диаметр отверстия охватывающей детали, и соединение их при продольном перемещении во время сборки происходит с деформированием металла. Вследствие натяга на поверхности контакта возникает давление, величина которого определяет характер деформации охватываемой и охватывающей деталей. Эти деформации могут быть либо упругими, либо упруго-пластическими (рис. 10.7).

При выборе технологии сборки соединений с гарантированным натягом определяют силы запрессовки и распрессовки, по величине которых выбирают оборудование или приспособления для выполнения этой операции (рис. 10.8).

Направление выпрессовки целесообразно сохранить таким же, как при запрессовке. В процессе запрессовки применяют смазки (машинное масло, дисульфидмолибденовые смазки), предохраняющие поверхности от задиrow и уменьшающие силу запрессовки. Применение дисульфидмолибденовой смазки уменьшает силу запрессовки на 30 %; при этом устраняются вибрации прессы и задиры сопрягаемых поверхностей.

Запрессовку проводят осторожно, обеспечивая приспособлениями правильное направление прессуемой детали. Неточности сопряжения деталей возможны в начальный период сборки. В некоторых случаях направление деталей при запрессовке удобно задавать путем базирования охватывающей и охватываемой деталей на оправках или в специальных направляющих приспособлениях. Материалы оправок должны быть мягче материала напрессовываемых деталей.

Перед запрессовкой детали тщательно осматривают; загрязненные поверхности, заусенцы и забоины зачищают. Входящая кромка напрессовываемой детали должна иметь переходную поверхность или фаску, а сопрягаемые поверх-

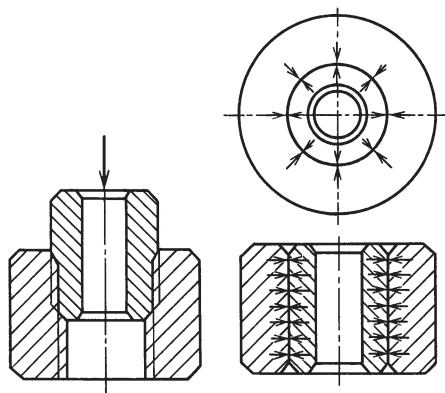


Рис. 10.7. Схема продольно-прессового соединения

ности для устранения задиrow необходимо покрыть слоем смазки.

Силы, нужные при сборке продольно-прессовых соединений, создают посредством универсальных и специальных прессов. Требуемую силу этих прессов определяют из расчетной силы запрессовки с коэффициентом запаса 1,5...2. Для сборки соединений с небольшой силой запрессовки применяют ручные винтовые и реечные приспособления, однако они требуют значительных физических усилий. В ряде случаев для этого рекомендуют приспособления, основанные на использовании при запрессовке ударных импульсов. Запрессованные при сборке детали снимают с помощью съемников, многие из которых могут служить в качестве ручных приспособлений при запрессовке. Применяют преимущественно винтовые, пневматические и гидравлические съемники.

Сборку с нагревом охватывающей детали осуществляют в тех случаях, когда в соединении предусмотрены натяги, величина которых примерно в 2 раза больше, чем при посадках с натягом. При сборке с нагревом микронеровности сопрягаемых поверхностей не сглаживаются, как при холодной запрессовке, а как бы сцепляются друг с другом. Трудоем-

Стальной вал и стальная втулка

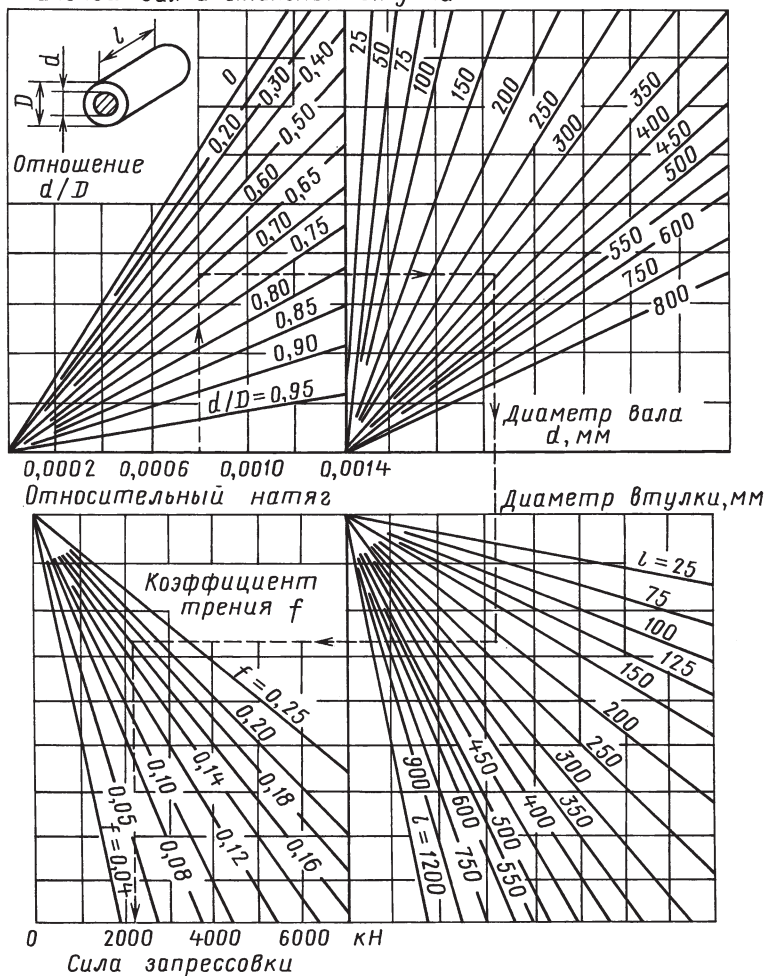


Рис. 10.8. Номограмма для определения сил запрессовки и распрессовки соединений

кость запрессовки крупногабаритных деталей с нагревом или охлаждением сокращается в 2–4 раза. Температура нагрева охватываемой детали не должна превышать 350...370 °С. Большой нагрев деталей не рекомендуется из-за структурных изменений материала.

В зависимости от конструкции и назначения охватываемой детали ее нагревают в газовых или электрических печах, в воздушной или жидкостной среде. Крупногабаритные охватывающие дета-

ли нагревают переносными электроспиральными, устанавливаемыми в отверстие зазором 20...40 мм. Венцы зубчатых колес, муфт, шкивов и других деталей кольцевой формы можно нагревать токами высокой частоты.

Способ сборки соединений с гарантированным натягом с охлаждением охватываемой детали обладает рядом преимуществ перед горячей посадкой. Охлаждение до –75 °С осуществляют с помощью твердой углекислоты (сухого

льда). Сухой лед расходуется в количестве 18...20 % от массы охлаждаемых деталей. Для получения температуры охлаждения деталей ниже -100°C применяют жидкий воздух, кислород или азот. Выбор способов охлаждения охватываемой детали определяется натягом. К охлаждению приступают после того, как сопрягаемые поверхности тщательно протерты и обезжирены.

Все большее применение находит гидропрессовочный способ сборки соединений с гарантированным натягом под действием высокого (до 200 МПа) давления масла (рис. 10.9). Сущность способа заключается в том, что под действием высокого давления масла происходит упругое увеличение диаметра охватываемой детали и уменьшается диаметр охватываемой.

Для запрессовки и распрессовки соединений гидропрессовым методом применяют ручные или механизированные насосы высокого давления.

10.3. Шпоночные и шлицевые соединения

Шпоночные соединения предназначены для соединения валов со ступицами различных деталей вращения (зубчатых

колес, шкивов, эксцентриков, маховиков и т.п.); их используют для передачи крутящего момента от вала к ступице или наоборот. Широко распространенные ненапряженные соединения осуществляют призматическими и сегментными шпонками, а напряженные — клиновыми и тангенциальными (рис. 10.10).

Шестигранные и комбинированные шпонки применяют для соединения тел вращения по торцовым поверхностям. У призматических шпонок рабочими являются боковые, более узкие грани. Между верхней широкой гранью шпонки и дном паза ступицы предусмотрен зазор. Использование призматических шпонок дает возможность точно центрировать сопрягаемые элементы и получать как неподвижные, так и скользящие соединения. Простые призматические шпонки бывают трех исполнений: с закругленными торцами, с одним закругленным и одним плоским торцами и с плоскими торцами. Шпонка обрабатывается с припуском 0,1...0,15 мм с учетом последующей подгонки на краску по шпоночным канавкам вала и сопрягаемой детали.

Простые шпонки устанавливают в паз вала без крепления; направляющие шпонки дополнительно крепят к валу

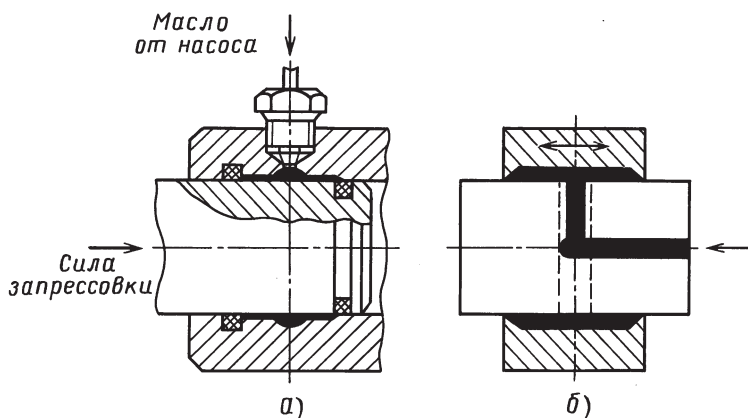


Рис. 10.9. Схемы гидропрессовой сборки при подводе масла через отверстие во втулке (а), в валу (б)

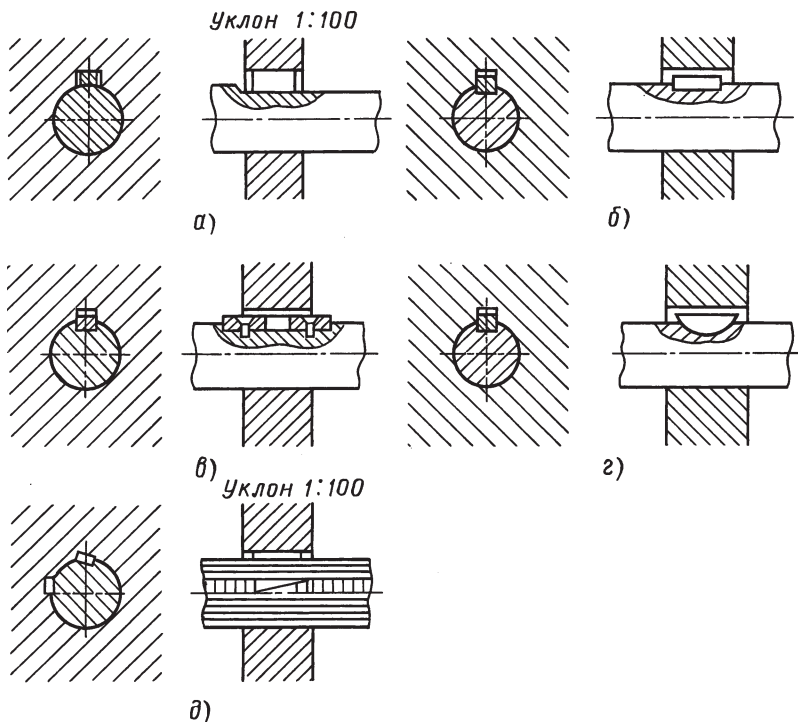


Рис. 10.10. Типы шпонок:

a — клиновья; *б* — призматическая; *в* — направляющая; *г* — сегментная; *д* — тангенциальная

винтами для устранения перекоса при перемещении (рис. 10.10, *в*). Призматические шпонки, скользящие вместе со ступицами вдоль вала, применяют при больших осевых перемещениях. Их выполняют с цилиндрическими выступами-головками, которые входят в соответствующие отверстия в ступицах.

Различают свободные, нормальные и плотные шпоночные соединения с призматическими шпонками. На размер по ширине призматической шпонки устанавливают поле допуска $h9$. Поля допусков на ширину пазов валов установлены в зависимости от типа соединения: для свободных $H9$; для нормальных $N9$; для плотных $P9$; соответственно ширина паза во втулке $D10$, J_s9 и $P9$.

Свободное соединение имеет посадку с зазором, а нормальное и плотное —

переходные посадки. Призматические шпонки по сравнению с клиновыми обеспечивают более высокую точность центрирования, а по сравнению с сегментными в меньшей степени ослабляют вал.

Сегментные шпонки (рис. 10.10, *г*) обладают некоторыми технологическими преимуществами перед призматическими. Положение сегментных шпонок на валу более устойчиво вследствие большей глубины врезания.

При необходимости по длине ступицы устанавливают две сегментные шпонки. Для сегментных шпонок и пазов под них приняты следующие поля допусков: $h9$ для ширины шпонки; $N9$ для ширины паза вала в нормальном соединении и $P9$ в плотном; J_s9 для ширины паза втулки в нормальном соединении.

нии и Р9 в плотном. Если детали термообработаны, применяют поля допусков Н11 для ширины паза вала и D10 для ширины паза втулки. Для упрощения и облегчения сборки соединений с сегментными шпонками, как и с призматическими, между шпонкой и дном паза ступицы вала предусмотрен зазор.

Клиновые и тангенциальные шпонки используют в тех случаях, когда требования к соосности соединяемых деталей не имеют существенного значения (шкивы, маховики и т.п.). Клиновые шпонки (рис. 10.10, а) изготавливают: с головками; с закругленными и прямыми торцами; с одним закругленным и одним прямым торцами. Верхняя поверхность клиновой шпонки имеет уклон 1:100. Натяг между валом и ступицей создают забиванием шпонки или затяжкой ступицы гайкой на шпонку, установленную на валу в шпоночном пазе.

Клиновая шпонка должна плотно прилегать ко дну шпоночного паза вала и ступицы, а по боковым поверхностям иметь зазор. Клиновые шпонки создают напряженное соединение, способное передавать не только крутящий момент, но и осевую силу. Установка клиновой шпонки вызывает радиальное смещение оси ступицы. Уменьшения биения ступицы достигают сокращением посадочного зазора и обеспечением равенства уклонов шпонки и дна паза ступицы.

В соединениях с тангенциальными (рис. 10.10, б) клиновыми шпонками натяг между валом и ступицей создается не в радиальном, а в касательном направлении. Шпонки в таких соединениях работают на сжатие. Каждую шпонку составляют из двух односкосных клиньев, обращенных вершинами в разные стороны с параллельными наружными рабочими гранями. Соединения тангенциальными шпонками применяют в тяжелом машиностроении при больших динамических нагрузках для валов диаметром 60...100 мм. Поле допуска толщины шпонок принимают до h11, а угла

наклона до $\pm \frac{AT10}{2}$.

Тангенциальные клиновые шпонки устанавливают парно при ударах молотка с медным или свинцовым наконечником либо с использованием специального приспособления.

В шпоночных соединениях контролируют:

- отклонения формы и размеров шпонки, а также пазов вала и ступицы по всей длине;

- отсутствие заусенцев и забоин на рабочих поверхностях шпонки и осей пазов;

- отклонения от параллельности осей вала или отверстия ступицы;

- отклонения от симметричности боковых поверхностей пазов вала и ступицы относительно диаметральной плоскости;

- качество пригонки рабочих поверхностей шпонки и пазов;

- наличие зазоров по высоте для призматических и сегментных шпонок и по ширине для клиновых шпонок.

Порядок сборки соединений с обыкновенной призматической шпонкой:

- подготовка нужной шпонки (из чисто тянутого прутка);

- пригонка шпонки по пазу вала (припиливание или шабрение по краске);

- запрессовка шпонки в вал прессом, струбцинами или с ударами медного молотка;

- проверка щупом отсутствия зазора между боковыми сторонами шпонки с минимальным зазором для неподвижных соединений и с гарантированным зазором для подвижных.

При сборке соединений с клиновой шпонкой:

- готовят нужную шпонку;

- шпонку и пазы вала и ступицы смазывают машинным маслом;

- ступицу надевают на вал, пазы их совмещают;

- шпонку вводят в паз и ударом по широкой торцевой части или головке заклинивают;

— при этом головка шпонки не должна доходить до ступицы, что гарантирует наличие натяга в соединении;

— при наличии зазора (проверяется щупом с обеих сторон ступицы), который образуется при несовпадении уклонов шпонки и ступицы, соединение разбирают и соприкасающиеся поверхности пригоняют.

Шлицевыми называют соединения цилиндрических деталей, образованные выступами — зубьями на валу, входящими во впадины соответствующей формы в ступице. Шлицевые соединения применяют в качестве неподвижных для постоянного соединения ступицы с валом, подвижных без нагрузки, например для переключения зубчатых колес, и подвижных под нагрузкой. По форме профиля зубьев различают три типа соединений: прямобочные, эвольвентные и треугольные.

Шлицевые соединения обладают по сравнению со шпоночными следующими преимуществами: большей несущей способностью; более хорошим центрированием деталей на валах и лучшим направлением при осевом перемещении.

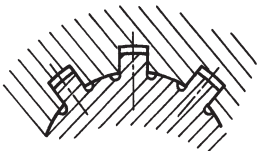
Соединения с прямобочными зубьями составляют 80...90 % от всех шлицевых соединений; их выполняют с центрированием по боковым граням зубьев; по наружному и внутреннему диаметру вала.

Эвольвентные шлицевые соединения с углом профиля 30° по сравнению с прямобочными отличаются повышенной точностью благодаря большому числу зубьев, их утолщению и закреплению у основания, достаточно технологичны при изготовлении. Эвольвентные шлицевые соединения применяют для валов диаметром 12...400 мм.

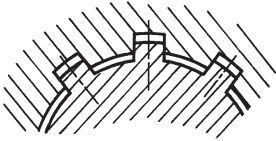
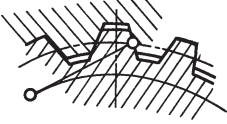
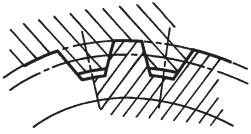
Области использования шлицевых соединений определяются их типами и способами центрирования (табл. 10.7).

Сборку соединений начинают с осмотра шлицев собираемых деталей. На их поверхностях не должно быть забоин, заусенцев или задиров. Для предупреждения возможного заедания шлицев необходимо, чтобы были выполнены все наружные фаски на торцах деталей и закругления шлицев. Сопрягаемые поверхности должны быть смазаны. В соединениях, работающих в тяжелом режиме, прилегание шлицев проверяют по краске.

10.7. Области применения шлицевых соединений

Форма профиля	Способ центрирования	Примерное назначение
Прямобочная 	По наружному диаметру	Для простых способов центрирования. Отверстия втулки без термообработки или с термическим улучшением
	По внутреннему диаметру	Для точного центрирования. Втулка и вал термообработаны

Окончание табл. 10.7

Форма профиля	Способ центрирования	Примерное назначение
	По боковым граням	Для тяжело нагруженных соединений с равномерным распределением нагрузки при термически улучшенной поверхности втулки
Эвольвентная 	По боковым граням	Для тяжело нагруженных соединений без повышенных требований к центрированию, обеспечивает равномерное распределение нагрузки. Втулка и вал без термообработки
	По наружному диаметру	То же, с более высокими требованиями к центрированию
Треугольная 	По боковым граням	Для слабо нагруженных соединений с тонкостенными втулками

В зависимости от применяемой посадки центрирующих поверхностей шлицев соединения подразделяются на три группы: тугоразъемные, легкоразъемные и подвижные.

В тугоразъемных соединениях охватывающую деталь напрессовывают специальным приспособлением. Собирать такие соединения с помощью молотка или кувалды не рекомендуется. Неравномерные удары вызывают перекося охватывающей детали на шлицах и даже задиры. При сборке туго шлицевых соединений диаметром свыше 50 мм целесообразно охватывающую деталь перед запрессовкой нагреть до 80...120 °С.

Зазоры в легкоразъемном шлицевом соединении являются причиной перекося сопрягающих деталей, особенно при нагрузке, действующей несимметрично относительно средней плоскости охватывающей детали. Дополнительные осевые силы, вызванные колебательными движениями деталей шлицевого соединения, обуславливают усиленный износ последних. После установки и закрепления охватывающей детали на шлицах соединения проверяют на биение. Допускаемые радиальное и торцовое биения зависят от назначения соединения и указываются на сборочном чертеже или в технических требованиях на сборку.

В легкоразъемных и подвижных шлицевых соединениях охватывающие детали устанавливают под действием небольших сил. Осевое перемещение охватываемой детали в правильно собранной сборочной единице осуществляется легко, без заеданий, а тангенциальное — под действием крутящего момента, создаваемого вручную, допускается в узких пределах. В подвижных соединениях отверстия охватывающей детали и шлицевого вала должны быть соосны. При полной соосности все шлицы вала контактируют со шлицами отверстия; если такого контакта не будет, ухудшаются условия работы соединения.

10.4. Соединительные муфты

Основное назначение муфт — передача вращения и момента без изменения

его величины и направления с одного вала на другой и с вала на свободно сидящую на нем деталь и обратно.

Неподвижные глухие муфты предназначены для жесткого соединения строго соосных валов. При эксплуатации этих муфт допускаемое смещение осей валов $0,02...0,05$ мм. Эти муфты применяют преимущественно в приводах, где требуется жесткое и надежное соединение отдельных валов, в передачах с переменной скоростью или работающих в режиме частого пуска.

Втулочные муфты (ГОСТ 24246—96) служат для соединения соосных валов при передаче крутящего момента до $12\,500\text{ Н} \cdot \text{м}$ (рис. 10.11). Эти муфты соединяются с валами с помощью призматических или сегментных шпонок, цилиндрических и конических штифтов или шлицевых соединений. Последова-

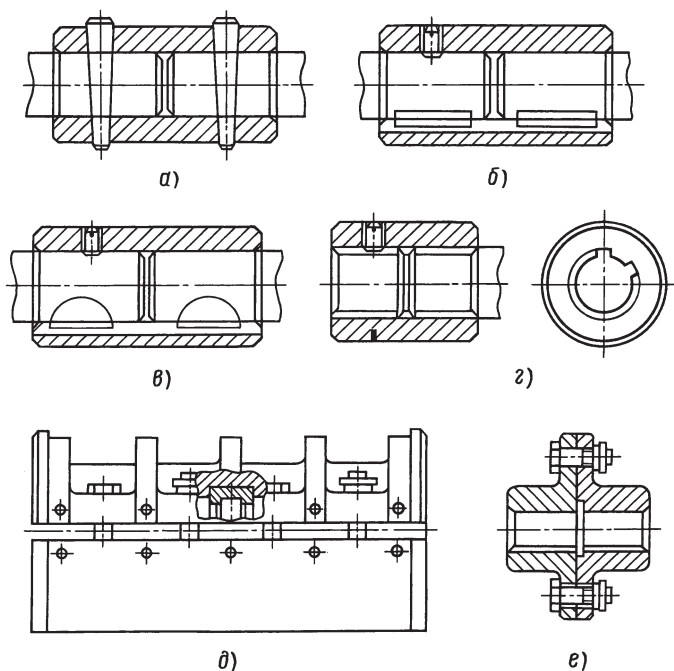


Рис. 10.11. Втулочные муфты:

а — со штифтами; б — с призматическими шпонками; в — с сегментными шпонками; г — со шлицами; д — продольно-свертные; е — поперечно-свертные

тельность сборки: проверяют и при необходимости подгоняют шпонки на валах; насаживают муфту на один вал; несколько сдвинув муфту, проверяют соосность валов приспособлением с индикаторами; надвигают муфту на другой конец соединяемого вала; сверлят отверстия под штифты; развертывают их и забивают штифты.

Валы, соединяемые шлицевыми втулочными муфтами, собирают в аналогичной последовательности, строго контролируя отклонение от соосности. При напряженной посадке по центрирующему диаметру шлицев муфту перед сборкой нагревают в горячем масле; от осевого смещения ее закрепляют стопором.

Продольно-свертные муфты, приведенные на рис. 10.11, д (ГОСТ 23106–78), применяют для соединения цилиндрических валов диаметром 125...130 мм при передаче крутящего момента до 12 500 Н·м. Сборка валов с помощью продольно-свертных муфт проводится без зазора между валами. Перед установкой муфты необходимо тщательно проверить отклонение валов от соосности, затем подогнать боковины муфты, предварительно стянув их двумя болтами; вставить пружинные кольца и шпонки. При сборке необходимо исключить зависания боковин на шпонках и кольцах. После этого устанавливают оставшиеся болты, затягивают и зашплинтовывают гайки.

Фланцевые поперечно-свертные муфты (рис. 10.11, е; ГОСТ 20761–96) применяют для соединения соосных цилиндрических валов диаметром 11...250 мм при передаваемом крутящем моменте 16...40 000 Н·м.

Фланцевые муфты собирают в такой последовательности:

- проверяют торцовые поверхности полумуфт;
- подготавливают отверстия в полумуфтах для установки призонных болтов (в необходимых случаях осуществляют развертку отверстий);

- устанавливают и, если нужно, подгоняют шпонки и полумуфты, совмещая риски, намеченные в ходе предварительной сборки;

- устанавливают маркированные придонные болты в диаметрально противоположных отверстиях;

- затягивают гайки в необходимой последовательности и проверяют шупом равномерность затяжки, причем шуп толщиной 0,02 мм не должен проходить в месте сопряжения полумуфт.

К *подвижным* относят три типа муфт: жесткие компенсирующие, упругие и шарнирные. Основными видами компенсирующих муфт являются зубчатые и цепные. Стандартизированы два типа зубчатых муфт (рис. 10.12, а, б): тип МЗ — муфты для непосредственного соединения валов, состоящие из двух втулок с наружными зубьями, находящимися в зацеплении с двумя обоймами с внутренними зубьями; тип МЗП — муфты для соединения валов с применением промежуточного вала, представляющие собой комплект из двух муфт, каждая из которых состоит из зубчатой втулки с наружными зубьями, находящимися в зацеплении с внутренними зубьями обоймы, и фланцевой полумуфты.

При сборке зубчатых муфт необходимо:

- проверить состояние зубьев на втулках и обоймах;
- проконтролировать посадку зубчатых втулок на соединяемые или промежуточные валы;
- очистить маслоподводящие каналы для подачи смазки к зубчатым зацеплениям муфты;
- проверить торцевой зазор между зубчатыми втулками;
- совместить метки на зубчатых втулках и обойме;
- собрать муфту и проверить соответствие осевого перемещения обоймы относительно зубчатых втулок.

Посадка зубчатых втулок на валы определяется условиями и характером ра-

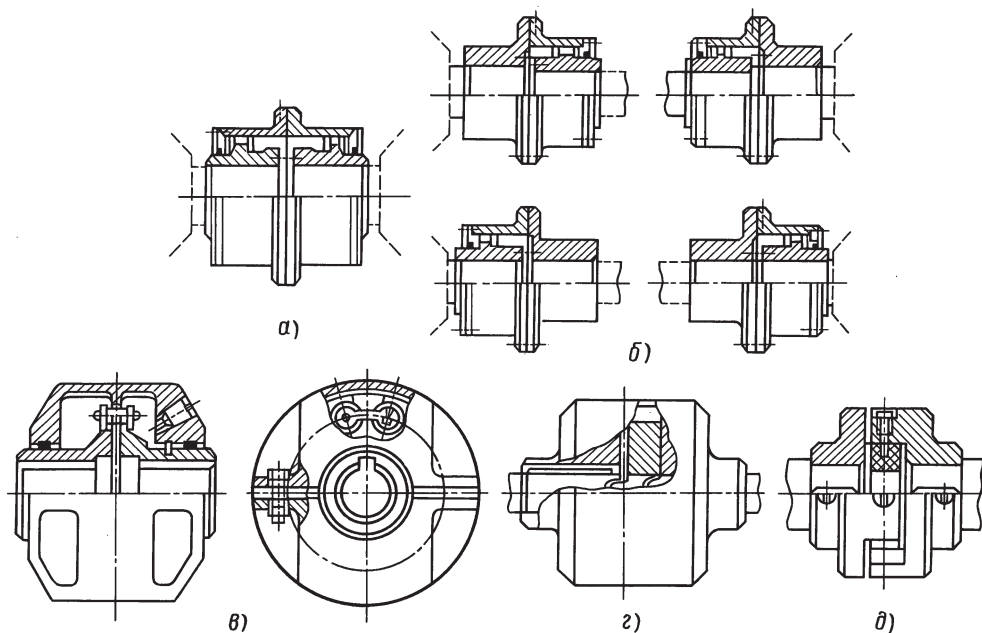


Рис. 10.12. Компенсирующие муфты:

а — зубчатая с обоймой МЗ; *б* — зубчатая с промежуточным валом МЗП; *в* — цепная однорядная; *г* — крестовая кулачково-дисковая; *д* — крестовая со скользящим вкладышем

боты муфты. Компенсирующая способность зубчатых муфт определяется углом перекоса оси каждой втулки относительно обоймы $\alpha_{\max}$ и расстоянием между осями зубчатых венцов. В табл. 10.8 приведены допускаемые радиальные и угловые смещения осей валов при монтаже машин.

Цепные муфты состоят из двух звездочек и охватывающей их общей цепи и кожуха. Цепные муфты с однорядной роликовой цепью (ГОСТ 20742–93) применяют для соединения соосных валов диаметром 20...140 мм при передаче крутящего момента 63...16 000 Н·м (рис. 10.12, *в*). Допускаемое смещение осей валов: радиальное 0,15...0,7 мм; угловое — до 1°. Сборку цепных муфт выполняют в такой же последовательности, как и зубчатых муфт. Недостатком цепных муфт является наличие угловых зазоров и мертвого хода, вследствие чего

они не могут применяться в реверсивных передачах, а также при больших динамических нагрузках.

Крестовые муфты допускают осевое, радиальное и угловые смещения соединительных валов. Из крестовых муфт наиболее распространена кулачково-дисковая (рис. 10.12, *г*). Кулачково-дисковые муфты (ГОСТ 20720–93) применяют для соединения валов диаметром 16...150 мм при передаче крутящего момента 16...16 000 Н·м. При этом допускается угловое смещение осей валов до 30', а радиальное 0,6...3,6 мм — в зависимости от диаметра валов. Собирают эти муфты по традиционной технологии, т.е. сначала подгоняют шпонки и устанавливают полумуфты, контролируют отклонение от соосности, затем окончательно собирают полумуфты и промежуточный диск. Рабочая поверхность пазов полумуфт и диска термообработана токами

10.8. Допускаемые смещения осей валов

Диаметр вала муфты d	Смещение			Диаметр вала муфты d	Смещение		
	радиальное	угловое			радиальное	угловое	
мм		рад	—	мм		рад	—
40	0,4	0,0004	0°1,4′	220	2,1	0,0021	0°7,4′
50	0,6	0,0006	0°2′	250	2,6	0,0026	0°9′
60	0,8	0,0008	0°2,8′	280	2,7	0,0027	0°9,4′
75	1,0	0,0010	0°3,5′	320	2,9	0,0029	0°10′
90	1,2	0,0012	0°4,2′	360	3,4	0,0034	0°12′
105	1,3	0,0013	0°4,6′	400	3,7	0,0037	0°12,7′
120	1,5	0,0015	0°5,2′	450	4,1	0,0041	0°14′
140	1,6	0,0016	0°5,6′	500	4,6	0,0046	0°16′
160	1,7	0,0017	0°6′	560	4,7	0,0047	0°16,2′
180	1,9	0,0019	0°6,7′				

высокой частоты на глубину 2...3 мм с твердостью 46...50 HRC.

Достоинством кулачково-дисковых муфт является способность компенсировать радиальные смещения осей валов до $0,4d$. Недостатки этих муфт — неудовлетворительная работа даже при малых перекосах; значительный износ рабочих поверхностей; потери на трение; необходимость смазывания.

Крестовые муфты со скользящим вкладышем (рис. 10.12, д) предназначены для соединения валов диаметром 15...150 мм. Они допускают радиальное смещение 0,4...2 мм и перекося до $40'$.

Самоустанавливающиеся угловые муфты используют для соединения валов со взаимным наклоном до 45° . Простейшая шарнирная муфта — одинарная, состоит из двух полумуфт-вилки, посаженных на конусы валов, которые расположены под прямым углом относительно друг друга и крестовины, шар-

нирно соединенной с вилками. Для обеспечения вращения ведомого вала с постоянной угловой скоростью или передачи вращательного движения между параллельными, но смещенными валами, а также при увеличении угла наклона между соединяемыми валами применяют сдвоенную шарнирную муфту.

Упругие муфты постоянной и переменной жесткости служат для уменьшения динамических нагрузок, предохраняют соединяемые валы от резонансных колебаний и позволяют компенсировать точность взаимного расположения валов.

Втулочно-пальцевые муфты МУВП (ГОСТ 21424—93) обеспечивают соединение валов диаметром 9...160 мм с крутящим моментом 6,3...16 000 Н·м (рис. 10.13, а). На концах валов на шпонках устанавливают полумуфты и предварительно проверяют радиальное и торцовое биения. Одну полумуфту

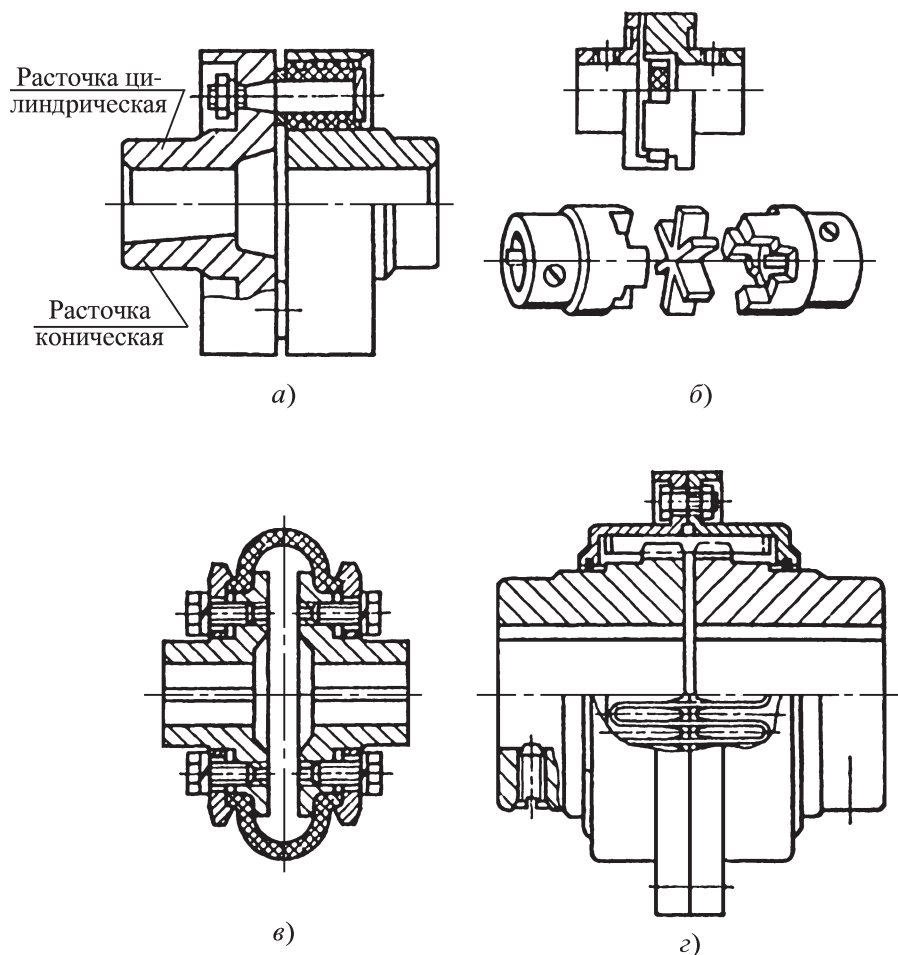


Рис. 10.13. Упругие муфты:

а — втулочно-пальцевая; б — со звездочкой; в — с торообразной оболочкой; г — со змеевидной пружиной

сдвигают, а на другой ставят и подгоняют шпильки перпендикулярно к торцу. Шпильки демонтируют, надевают на них упругие кольца и снова устанавливают на место, надвигают полумуфту и затягивают гайки.

При сборке втулочно-пальцевых муфт необходимо контролировать прилегание пальцев с упругими кольцами к поверхностям отверстий. Для этого одну половину муфты смещают относитель-

но другой в направлении вращения и определяют число пальцев, участвующих в работе, шупом проверяют их прилегание к поверхности отверстий. Зазор между соприкасающимися поверхностями у отдельных пальцев не должен превышать 0,3...0,6 мм.

Упругая муфта со звездочкой (рис. 10.13, б) состоит из двух полумуфт с торцовыми кулачками трапециевидного сечения, допускает смещение осей ва-

лов: радиальное 0,1...0,4 мм, угловое $1^{\circ}30' \dots 1^{\circ}$. На валы устанавливают шпонки и полумуфты; при необходимости их подгоняют; предварительно контролируют отклонение от соосности, сдвигают одну из полумуфт, монтируют резиновую звездочку и сдвигают вторую полумуфту, проверяют качество сборки и отклонение от соосности.

Упругая муфта с торообразной оболочкой (рис. 10.13, в) включает в себя две полумуфты, упругую оболочку в форме автомобильной шины и два кольца, которые с помощью винтов закрепляют оболочку на полумуфтах. Эти муфты с оболочкой выпуклого профиля допускают смещение валов: осевое на 1...11 мм; радиальное на 1,0...5,0 мм и угловое на $1^{\circ} \dots 1^{\circ}30'$, а с оболочкой вогнутого профиля допускают смещение валов: осевое на 1,6...9 мм; радиальное на 0,5...6,0 мм и угловое на $2^{\circ} \dots 6^{\circ}$.

Муфта со змеевидной пружины (рис. 10.13, г) состоит из двух полумуфт с зубьями специальной формы, между которыми помещается изогнутая пружина, разделенная на несколько частей. Зубья и пружина закрываются снаружи кожухом, состоящим из двух половин, соединенных между собой болтами. Кожух служит резервуаром для смазки и защищает муфту от пыли.

Сцепные муфты применяют для соединения или разъединения валов на ходу или во время останова (рис. 10.14). Муфты этого типа используются там, где требуются частые пуски и остановки, например на прокатных станах, прессах, станках и т.п. К сцепным синхронным муфтам относятся кулачковые и зубчатые. Кулачковые муфты (рис. 10.14, а) допускают включение лишь в неподвижном состоянии при определенных угловых положениях одного вала относительно другого.

Простая зубчатая муфта (рис. 10.14, б) состоит из двух полумуфт, представляющих собой зубчатые колеса с зубьями эвольвентного зацепления и одинаковым числом зубьев; одна из полумуфт — с на-

ружными зубьями, другая — с внутренними. Одна из них соединена с валом неподвижно, а другая (левая) с помощью отводки может перемещаться вдоль вала, в результате чего полумуфты и соответствующие валы сцепляются и расцепляются. При частом включении и выключении зубчатых и кулачковых муфт для устранения или уменьшения ударов и шума, возникающих от включения этих муфт, применяют синхронизаторы. Последние являются вспомогательными фрикционными муфтами, которые включаются раньше основных зубчатых или кулачковых муфт и, выравнивая угловые скорости вращающихся валов, устраняют или уменьшают удары и шум при включении.

Из управляемых механических муфт наиболее распространены *фрикционные дисковые*. Фрикционные муфты передают крутящий момент от ведущего вала к ведомому с помощью сил трения. Их включение проводится прижатием друг к другу указанных поверхностей, а выключение — их разъединением. Регулируя силу прижатия трущихся поверхностей, можно изменять силу трения и осуществлять плавное сцепление при любой разности угловых скоростей ведущего и ведомого валов.

Плавное включение муфт позволяет избежать больших динамических нагрузок и шума при пуске. Фрикционные муфты дают возможность регулировать время разгона и наибольший крутящий момент, передаваемый муфтой. Благодаря последнему свойству удается использовать муфту в качестве предохранительного звена.

В отдельных машинах и механизмах применяют и другие фрикционные муфты: электромагнитные дисковые и порошковые; с пневматическим управлением дисковые и цилиндрические шинно-пневматические; с гидравлическим управлением.

Различают следующие самодействующие механические муфты: предохранительные для защиты машины от

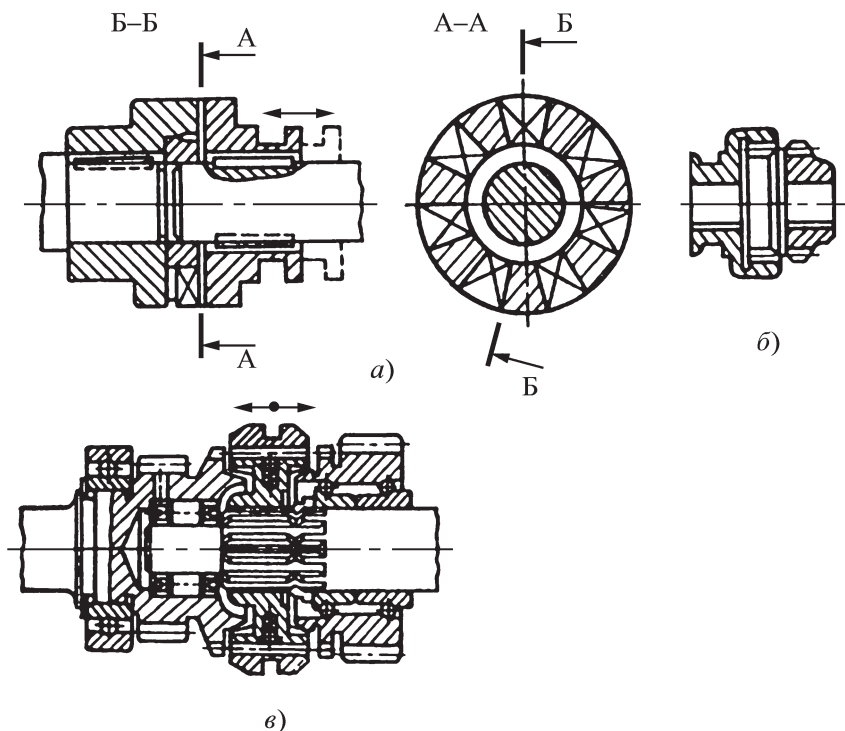


Рис. 10.14. Сцепные синхронные муфты:

а — кулачковая; б — зубчатая простая; в — зубчатая сложная

перегрузок; обгонные для передачи момента только в одном направлении, допускающие свободное вращение в обратном направлении; центробежные для автоматического сцепления при достижении ведущим валом заданной частоты вращения.

Предохранительные муфты подразделяются на муфты с разрушаемым и неразрушаемым элементами. К предохранительным муфтам с неразрушаемым элементом относятся кулачковые (ГОСТ 15620–93), шариковые и фрикционные (ГОСТ 15622–96). В этих муфтах одна полумуфта соединяется со своим валом неподвижно, а другая — с возможностью осевого перемещения. Вторая полумуфта постоянно прижата к первой посредством нескольких пружин. Сила прижатия полумуфт регулируется гайкой.

Обгонные муфты автоматически сцепляют и расцепляют валы в зависимости от соотношения угловых скоростей валов. Наиболее распространены фрикционные обгонные муфты с роликами, так как у них почти полностью отсутствует мертвый ход и работают они бесшумно. Такая муфта состоит из двух полумуфт — звездочки и обоймы, а также роликов, расположенных в сужающихся в одном направлении пазах между звездочкой и обоймой. При вращении ведущей полумуфты каждый ролик закатывается в сужающуюся часть паза и заклинивается между полумуфтами, в результате чего происходят сцепление полумуфт и соединение валов. При обратном вращении ведущей полумуфты ролики выкатываются в более широкую часть пазов и полумуфты расцепляются.

10.5. Подшипники

Подшипники скольжения. Неразъемные подшипники собирают установкой втулки в корпус. Процесс установки втулки включает в себя подготовку, запрессовку и закрепление ее в корпусе от провертывания, подгонку и проверку отверстия втулки по шейке вала. Посадку втулки в корпус подшипника выполняют с гарантированным натягом по второму и третьему квалитетам. Запрессовку выполняют молотками, на прессах и с помощью охлаждения. Охлаждение целесообразно при посадке тонкостенных втулок в массивные корпусные детали. Во избежание перекосов при запрессовке втулки должны быть точно центрированы относительно отверстий в корпусе, что достигается применением специальных приспособлений.

Внутреннюю поверхность втулки после запрессовки подвергают тонкому растачиванию, развертыванию или калиброванию. На сопрягаемых поверхностях собираемых деталей должны быть предусмотрены фаски или небольшие пояски с зазором для направления. Перед запрессовкой втулки в отверстие корпуса она должна быть тщательно осмотрена, ее торцы зачищены, а поверхности сопряжения протерты и смазаны машинным маслом или другой смазкой.

При охлаждении втулки в жидком азоте или нагреве корпуса посадочные поверхности очищают от масла. Нагрев или охлаждение деталей должны быть равномерными. В процессе запрессовки совмещают маслоподводящие отверстия втулки и корпуса. После посадки втулки дополнительно крепят в корпусе с помощью винтов и штифтов, устанавливаемых по торцовым поверхностям или поверхностям сопряжения.

При закреплении стопором с резьбой во втулке сверлят сквозное отверстие. Если крепление выполняют штифтом, то по отверстию в буртике втулки сверлят отверстие в корпусе. Штифт встав-

ляют в отверстие с натягом и с торца слегка раскернивают и зачищают напильником. Для закрепления втулки винтом сверлят отверстие под резьбу, затем буртик втулки рассверливают и зенкуют под винт. Резьба под винт должна быть тугой. Втулку можно крепить гладким стопором, удерживаемым в корпусе путем обжатия металла.

После сборки тщательно проверяют состояние рабочей поверхности и форму запрессованной втулки, не допуская царапин, трещин, отслаивания антифрикционного слоя и других погрешностей. Контролируют диаметр и форму внутренних поверхностей, а также отклонение от соосности втулок.

Разъемные подшипники скольжения состоят из корпуса и крышки, внутри которых установлены вкладыши из бронзы, чугуна или биметалла. Толстостенные (свыше 3 мм) вкладыши имеют борта для фиксации в осевом направлении, а для предохранения от поворота — штифт, винт и втулку. В тонкостенных вкладышах для этой цели выполняется выступ, входящий в выемку корпуса. Толстостенные вкладыши изготавливают из низкоуглеродистой стали, чугуна и бронзы и заливают баббитом или другим антифрикционным сплавом (табл. 10.9). Толщина слоя баббита 0; $0,1d + (0,5...2)$ мм, где d — внутренний диаметр вкладыша.

Вкладыши собирают с выполнением пригоночных работ. Сначала вкладыши пригоняют к гнездам корпусной детали, а затем их поверхности скольжения пришабровывают по краске к шейкам сопряженного вала. При сборке необходимо обеспечить плотное прилегание вкладыша к поверхностям корпуса и крышки без зазоров. Пришабровыванием добиваются такого положения, чтобы пятна краски равномерно покрывали 75...80 % площади поверхности вкладыша. На каждом квадратном сантиметре для нагруженных вкладышей должно быть не менее пяти пятен, а для ненагруженных — не менее четырех.

10.9. Техническая характеристика баббитов и их назначение

Марка	Характеристика нагрузки	Режим работы				Область применения
		Давление p , МПа	Окружная скорость v , м/с	$p \cdot v$, МПа · м/с	Температура, °С	
Б88	Спокойная	20	50	100	75	При больших скоростях и высоких динамических нагрузках. Подшипники быстходных дизелей, паровых турбин
	Ударная	15		75		
Б83	Спокойная	10		50	70	При больших скоростях и средних нагрузках. Подшипники турбин, молевые и рамные подшипники дизелей
Б83С	Ударная	15		75		
		10		50		
БН	Спокойная	7,6	30	30		При средних скоростях и средних нагрузках. Подшипники дизелей, компрессоров, паровых турбин и электродвигателей средней мощности
	Ударная			20		
Б16	Спокойная	10		30	—	Подшипники электроходов, путевых машин, электродвигателей, центробежных насосов и др., работающих без изменений нагрузки
БС6	Ударная	15		—		Подшипники авто-тракторных двигателей

При сборке ответственных подшипников качество их пригонки проверяют по блеску на поверхностях вкладышей после затяжки подшипника и вращения вала на два-три оборота. Окончательно вкладыши пригоняют после установки крышек подшипников. Гайки подшипника затягивают динамометрическими ключами, вал проворачивают на два-три оборота; затем эти гайки ослабляют, затя-

гивают гайки следующего подшипника и вал снова проворачивают и т.д. Затем все подшипники раскрывают и окончательно пришабривают верхние и нижние вкладыши. Радиальные зазоры определяют проворачиванием вала с калиброванными латунными пластинами между шейкой вала и верхним вкладышем.

В подшипниках больших размеров при значительных зазорах применяют

свинцовую проволоку, по деформации которой судят о зазоре. В отдельных конструкциях подшипников для регулирования зазора предусмотрены комплекты прокладок толщиной 0,05...0,8 мм. Осевые зазоры проверяют щупом или индикатором при предельных смещениях вала, которые обычно составляют 0,1...0,8 мм. Форму вкладышей контролируют по краске под стандартной нагрузкой. Средняя часть вкладышей должна быть окрашена на 90 %, а остальные части на 75...80 %. Перед сборкой тонкостенные вкладыши подбирают по гнездам на прилегание по краске. Такие вкладыши укладывают в гнезда с натягом. Плотность прилегания достигается упругим сжатием.

После установки валов вкладыши прирабатывают, подавая в них смазку. Приработку начинают при малых нагрузках и невысокой частоте вращения, постепенно доводя их до нормальных значений. В процессе приработки уменьшаются и сглаживаются микронеровности, а также уплотняется поверхность вкладышей. В период приработки происходит повышенный износ и увеличивается площадь прилегания шейки ко вкладышу; после приработки износ должен резко снизиться.

В ходе приработки следят за температурой подшипников. Температура нагрева подшипников при этом не должна превышать 60 °С. Повышение температуры свидетельствует о некачественных сборке и шабрении, о неудовлетворительном поступлении смазки в зону трения или о возникновении задиоров, пригаров на рабочих поверхностях. В этом случае приработку прекращают и устраняют дефекты.

Отклонение подшипников от соосности проверяют эталонным валом, проверочной линейкой и щупом, струной и микрометрическим нутромером, оптико-механическим и лазерными приборами. Диаметр эталонного вала принимают с учетом допустимых откло-

нений от соосности. Вал должен свободно проходить во втулки (гнезда вкладышей) подшипников и вращаться. Невозможность установки вала в отверстия подшипников свидетельствует о недопустимом перекосе или смещении осей.

При контроле отклонений от соосности крупных подшипников применяют сборные оправки, состоящие из нескольких колец-калибров и индикаторов. Если контроль осуществляют с помощью поверочных линеек, последние прикладывают к стенам вкладышей, а зазор контролируют щупом. Натянутой струной (стальной проволокой диаметром 0,3...0,5 мм) предварительно проверяют подшипники скольжения. Струну крепят, выверяют посредством микрометрического нутромера первый и последний подшипники, затем промежуточные; при этом учитывают погрешности провисания струны.

Наиболее точным является метод выверки подшипников скольжения с использованием оптических приборов и центрирующих приспособлений.

Подшипники качения — стандартные узлы с полной их взаимозаменяемостью. Особенности их сборки определяются централизованным изготовлением подшипников качения, требующим унификации и стандартизации их присоединительных размеров, и влиянием посадки подшипников на условия их монтажа и работы. При сборке подшипников качения особое внимание следует обращать на то, чтобы внутренние и наружные обоймы подшипников не были деформированы.

Подготовка к сборке ведется следующим образом. Подшипники распаковывают, промывают в 6...8 %-ном растворе минерального масла в бензине или в одном минеральном масле, нагретом до температуры выше 100 °С, после чего проводят визуальный контроль, проверяют маркировку, легкость вращения, размеры. Подшипники с царапинами и коррозионными пятнами выбраковывают.

При необходимости контролируют радиальное и осевое биения, радиальный и осевой зазоры. Посадочные места на валу и в корпусе должны иметь установленные форму и параметры шероховатости; на них не допускается заусенцев, забоин, царапин, задиров. Перед сборкой посадочные места промывают керосином и просушивают; смазочные каналы, подводящие смазку к подшипнику, тщательно очищают и продувают сжатым воздухом.

Диаметры шеек валов контролируют с помощью скоб или микрометров, а диаметры отверстий корпусов — предельными пробками, микрометрическими или индикаторными нутромерами. Радиус закругления галтели на валу должен быть меньше, чем радиус фаски у подшипника; их проверяют радиусомером или по шаблону.

Упорный заплечик вала или отверстия в корпусе должны быть перпендикулярны к посадочным поверхностям. Перпендикулярность заплечиков вала и корпуса к оси посадочного места проверяют угольником или индикатором.

Посадка подшипника на вал и в отверстие корпуса зависит от типа машины, требований к точности вращения, нагрузки, типа габаритных размеров и условия монтажа. Необходимая посадка подшипника обеспечивается допуском на диаметры вала и отверстия корпуса.

Промытые подшипники помещают в ванну с техническим вазелином при температуре 55...60 °С. После 15...20 мин прогрева подшипник напрессовывают на вал, а затем запрессовывают в корпус. При этом используют специальные оправки из мягкого металла, винтовые и гидравлические прессы. Удары молотком наносят по оправке. При установке наружных колец подшипников в крупные неразъемные корпуса подшипники охлаждают.

Подшипники на валу крепятся как с помощью натяга, так и посредством разрезного пружинного кольца или втулки,

прижимной гайки. При этом сторона подшипника с заводским клеймом должна быть снаружи. Полноту прилегания к посадочным местам в разъемах корпуса проверяют калибром с использованием краски. Допустимые зазоры между плоскими поверхностями не должны превышать 0,03...0,05 мм. Отсутствие перекоса и защемления тел качения проверяют свободным поворотом вала от руки.

Отдельные типы подшипников имеют свои особенности при монтаже. Радиальные роликоподшипники с одним съемным кольцом без бортов монтируют отдельно: съемное кольцо и кольцо в комплекте с роликами. При наличии одного бурта на съемном кольце с целью фиксации вала в обоих направлениях роликоподшипники ставят враспор, т.е. с буртами в разных направлениях.

Игольчатый подшипник без колец (т.е. комплект игл) устанавливают на шейку вала, предварительно обильно покрытую пластичным смазочным материалом, а затем надевают корпус. При установке игольчатого подшипника без внутреннего кольца сначала в наружное кольцо набивают пластичный смазочный материал, устанавливают иглы, вводят внутрь монтажную втулку диаметром на 0,1...0,2 мм меньше диаметра вала, затем в таком виде подводят к торцу вала и надвигают со втулки на вал.

Упорные подшипники монтируют следующим образом: кольцо с меньшим внутренним диаметром устанавливают на вал, а с большим — в корпус; зазор между наружным диаметром кольца и корпусом в целях обеспечения самоустановки подшипника должен составлять 0,5...1 мм.

Радиально-упорные подшипники со съемным наружным кольцом устанавливают отдельно: в корпус — наружное кольцо, на вал — внутреннее кольцо с телами качения и сепаратором. Радиально-упорные подшипники с целью восприятия осевой нагрузки обоих направлений

ставят парами навстречу друг другу. Предварительный натяг в подшипниках создается для устранения радиального и осевого биений узла для повышения точности и виброустойчивости.

Регулирование осевого зазора (осевой «игры») для опор валов на радиально-упорных подшипниках осуществляют следующими способами:

1) изменением толщины прокладок между крышкой, прижимающей наружное кольцо подшипника, и корпусом или крышкой и наружным кольцом подшипника; толщину прокладки определяют измерением положения крышки, затягивая винты до получения необходимой игры в опорах;

2) перемещением наружного кольца подшипника установочным винтом, ввинченным в крышку, через промежуточную шайбу; сначала винт затягивают до отказа, а затем отворачивают на нужную долю оборота и стопорят контргайкой;

3) перемещением наружного кольца подшипника регулировочной гайкой, ввернутой в корпус; гайку затягивают до отказа, а потом несколько отворачивают для создания нужного зазора и стопорят;

4) перемещением внутреннего кольца подшипника с помощью гайки или

винтов и шайбы; после достижения нужного зазора в подшипнике гайку или винты стопорят;

5) деформацией внутреннего кольца подшипника, имеющего конусное отверстие, в результате перемещения его гайкой по конусу вала.

Регулирование осевого зазора упорных подшипников проводят смещением кольца, расположенного в корпусе, с помощью прокладок и другими способами. Приведенные в табл. 10.10–10.12 величины осевого зазора рекомендуются для подшипников класса точности 0; данные для ряда I относятся к схеме установки подшипников по два на опоре, а для ряда II — по одному.

10.6. Передачи

В ременных передачах вращение ведущего шкива преобразуется во вращение ведомого благодаря трению, развиваемому между ремнем и шкивами. По форме поперечного сечения различают плоские, клиновые, поликлиновые и круглые приводные ремни. Наиболее распространены *плоско-* и *клиноременные передачи*. Плоскоременная передача проще, но зато клиноременная обладает повышенной тяговой способностью и меньшими габаритными размерами.

10.10. Допускаемые пределы осевого зазора (мкм), для радиально-упорных шарикоподшипников

Интервал внутренних диаметров, мм	Подшипник с углом контакта, °		
	12		26 и 36
	Ряд I	Ряд II	Ряд I
До 30	20...40	30...80	10...20
Св. 30 до 50	30...50	40...70	15...30
» 50 » 80	40...70	50...100	20...40
» 80 » 120	50...100	60...150	30...50
» 120 » 180	80...150	100...200	40...70
» 180 » 260	120...200	150...250	50...100

10.11. Допускаемые пределы осевого зазора (мкм) для конических однорядных роликоподшипников

Интервал внутренних диаметров, мм	Подшипник с углом контакта, °			Расстояние между подшипниками при установке по одному в опоре
	10...18°		20...30°	
	Ряд I	Ряд II	Ряд I	
До 30	20...40	40...70	—	14 <i>d</i> *
Св. 30 до 50	40...70	50...100	20...40	12 <i>d</i>
» 50 » 80	50...100	80...150	30...50	11 <i>d</i>
» 80 » 120	80...150	120...200	40...70	10 <i>d</i>
» 120 » 180	120...200	200...300	50...100	9 <i>d</i>
» 180 » 260	160...250	250...350	80...150	6,5 <i>d</i>
» 260 » 360	200...300	250...350	—	—
» 360 » 400	250...350	—	—	—

* *d* — диаметр ролика-подшипника.

10.12. Допускаемые пределы осевого зазора (мкм) для двойных и сдвоенных одинарных упорных шарикоподшипников

Интервал внутренних диаметров, мм	Серия подшипников		
	8100	8200, 8300	8400
До 50	10...20	20...40	—
Св. 50 до 120	20...40	40...60	60...80
» 120 » 140	40...60	60...80	80...120

Благодаря эластичности ремней ременные передачи работают плавно и бесшумно. Они предохраняют механизмы от перегрузки вследствие возможного проскальзывания ремней. Оси валов передачи могут быть параллельные, перекрещивающиеся, пересекающиеся, а шкивы — вращаться в одну или в разные стороны.

Распространенная передача — открытая, осуществляющая передачу между параллельными валами, вращающимися в одну сторону. Трение между

шкивом и ремнем создают путем упругого деформирования последнего, перемещением одного из шкивов, натяжного ролика, салазок или качающейся плиты. Натяжные ролики применяют в плоско- и клиноременных передачах при малом межосевом расстоянии и больших передаточных отношениях в целях увеличения угла обхвата ремнем меньшего шкива.

Шкивы ременных передач изготавливают из чугуна, стали, легких сплавов и пластмасс. Наружная часть шкива, на

которой устанавливают ремень, называется *ободом*, а центральная, насаживаемая на вал, *ступицей*. Обод со ступицей соединяются диском или спицами. При расположении шкива на конце вала применяют цельные шкивы, а при размещении его между подшипниками — разъемные. Чугунные шкивы самые распространенные.

Большое значение для работы быстроходной передачи имеет правильная балансировка шкивов, т.е. шкивы должны быть уравновешены таким образом, чтобы центры их тяжести находились на оси вращения. Неуравновешенность шкивов приводит к появлению во время вращения центробежных сил, вызывающих повышенную вибрацию механизма и износ подшипников вала. Для устранения этих нежелательных явлений шкивы перед сборкой подвергают статической балансировке на горизонтально установленных призмах, дисковых роликах, сферической пяте, весах или специальных балансировочных станках (рис. 10.15).

Способ балансировки на горизонтально установленных призмах наиболее

простой. Шкив с технологической осью устанавливают на призмы. Если шкив не уравновешен, он начинает перекачиваться на призмах и, совершив несколько колебательных движений, останавливается. Центр тяжести шкива займет нижнее положение. Отметив это положение, с боковой поверхности шкива, ближе к ободу, сверлением, шлифованием или другим методом убирают часть материала и снова проверяют на призмах. Балансировку проводят до тех пор, пока шкив не начнет останавливаться в различных положениях. Точность балансировки в этом случае зависит от сопротивления качению концов оси шкива по призмам.

Балансировка на дисковых роликах не отличается от балансировки на призмах, но дает большую точность.

Дисбаланс шкивов в зависимости от быстроходности передачи приведен в табл. 10.13.

Неразъемные шкивы монтируют на валу посредством посадок с натягом. Если шкив устанавливают на выступающей из подшипника шейке вала, то она

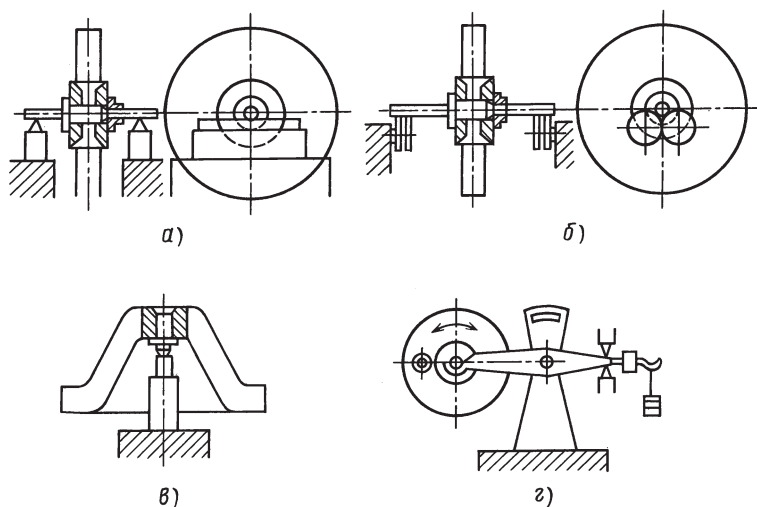


Рис. 10.15. Схемы статической балансировки:

а — на призмах; *б* — на дисковых роликах; *в* — на сферической пяте; *г* — на весах

10.13. Дисбаланс шкивов

Окружная скорость шкива, м/с	Допускаемый дисбаланс, г · м	Окружная скорость шкива, м/с	Допускаемый дисбаланс, г · м
От 5 до 10	6	Св. 20 до 25	1,6
Св. 10 » 15	3	» 25 » 40	1,0
» 15 » 20	2	» 40	0,5

может быть конической или цилиндрической с призматической или клиновой шпонкой. На цилиндрическом валу с призматической шпонкой шкив упирают в буртик и фиксируют гайкой. Установку шкива клиновой шпонкой применяют в тихоходных и неответственных передачах, когда не требуется точной посадки.

Для соединения шкива с валом используют шлицевые соединения, которые обеспечивают лучшее центрирование шкива, чем при сборке с помощью шпонок. Разъемные шкивы устанавливают на вал, скрепляют две половинки шпильками и проверяют биение посредством индикаторной стойки. Допустимое биение зависит от назначения передачи и диаметра шкива (табл. 10.14).

Для нормальной работы ременной передачи необходимо, чтобы оси ведущего и ведомого шкивов были параллельны. Проверку отклонений α от параллельности осуществляют с помощью отвеса и стрелок либо линейкой (рис. 10.16). После проверки шкивов на биение на них

надевают ремень: сначала на ведущий вал, затем — на ведомый; шкивы вращают вручную.

В плоскоременных передачах применяют следующие *типы ремней*:

— тканевые прорезиненные шириной 20...1200 и толщиной 3...13,5 мм, выпускаемые конечной длины, их поставляют в рулонах, из которых отрезают ремень необходимой длины (с запасом на сшивку);

— синтетические (капроновые) бесконечные из ткани нескольких типов, пропитанные полиамидным раствором, шириной 10...100, длиной 250...3350 и толщиной 0,5...1,0 мм; допустимая скорость до 75 м/с, передаваемые нагрузки малые и средние;

— хлопчатобумажные цельнотканые, пропитанные специальным составом, четырех- и шестислойные толщиной соответственно 4,5; 6,5 и шириной 30...100, 50...150 мм для шкивов минимальным диаметром 140...200 мм;

— хлопчатобумажные бесконечные длиной до 2000 мм для высокоскорост-

10.14. Допустимое биение (мм) обода шкивов

Наружный диаметр шкива	Для плоских ремней		Для клиновых ремней	
	торцовое	радиальное	торцовое	радиальное
До 150	0,08	0,03	0,10	0,05
150...300	0,12	0,05	0,15	0,08
300...600	0,20	0,08	0,25	0,12
Св. 600	0,35	0,15	0,40	0,25

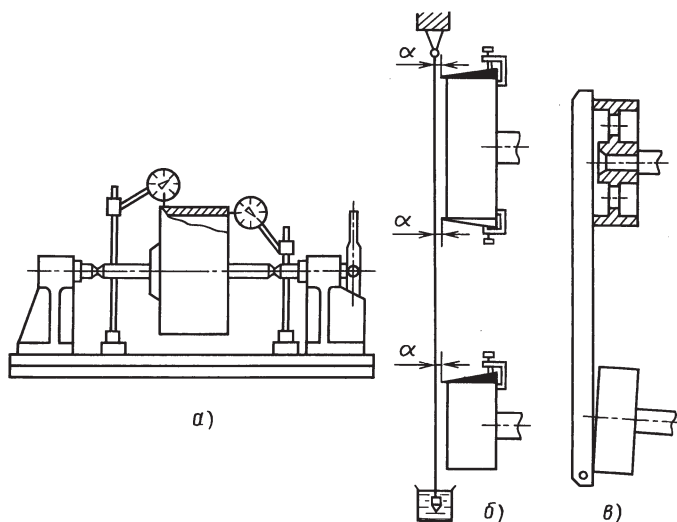


Рис. 10.16. Схемы проверки собранных шкивов и валов:

а — индикатором часового типа; *б* — отвесом со стрелой; *в* — линейкой

ных передач двух типов: прошивные прорезиненные многослойные шириной 20...135 мм и тканевые полульняные двухслойные толщиной 1,75 и шириной 15...55 мм.

Концы ремней конечной длины соединяют:

1) склеиванием; концы прорезиненного ремня расслаивают и срезают ступеньками длиной около 0,6 ширины ремня каждая и склеивают резиновым клеем с последующим прикатыванием роликом и вулканизацией; концы кожаного ремня срезают под острым углом по ходу ремня на длине от 100 (при малой ширине) до 175 мм (при ширине свыше 150 мм); наносят клей для кожи, который должен оставаться эластичным после высыхания; соединяемые концы прикатывают роликом, зажимают между двух пластин и просушивают;

2) сшивкой сыромятными ремешками или жилевой струной внахлестку, с накладкой (при $v \leq 10$ м/с) или встык (при $v \leq 20$ м/с); отверстия в ремне пробивают пробойником, а в тканых ремнях прокалывают шилом в шахматном

порядке в два ряда или более; концы ремня в месте стыка для предохранения от растрескивания прошивают тонкой жилой;

3) соединением металлическими соединителями: жесткими (при $v = 10...15$ м/с и значительных диаметрах шкивов) с помощью скрепок, скобок, заклепок, накладок с винтами и др. или шарнирными (при $v = 15...25$ м/с) посредством проволочных крючков, металлических или жильных стержней и спиралей.

Клиноременные передачи применяют при скорости $v = 5...30$ м/с. Клиновые ремни изготавливают бесконечными прорезиненными, трапецидальной формы с несущим слоем в виде нескольких слоев кордткани или шнура. Ремни изготавливают трех типов: нормальные, узкие и широкие, применяемые в бесступенчатых передачах (вариаторах). Шкивы имеют в ободке канавки под ремень.

Существуют также кругло- и зубчатременные передачи.

Важный фактор, влияющий на тяговую способность ремня, — его натяжение. Слабо натянутый ремень проскаль-

зывает, появляется биение ветвей, ремень нагревается и быстро изнашивается. Однако и чрезмерное натяжение вредно, так как ремень скоро вытягивается, теряет эластичность, создается лишняя нагрузка на подшипники, изнашиваются шейки вала и шкивы. Натяжение ремня проверяют линейкой по прогибу h ветви (рис. 10.17) под действием силы P , который определяется по зависимости $h = Pl/(36ab)$, где a и b — соответственно толщина и ширина ремня.

Сборка ременных передач выполняется в такой последовательности. Шкив напрессовывают на вал, при необходимости подгоняют шпоночное или шлицевое соединение. От осевого смещения шкив крепят на валу с помощью установочных винтов. Проверяют параллельность валов, совмещение средин шкивов, радиальное и торцовое биение шкивов. На последние надевают ремень и контролируют специальным динамометром по стреле прогиба. В первые 10...15 дней работы регулируют натяжение ремня. Ремни и шкивы должны содержаться в чистоте, пятна масла удаляют тампоном, смоченным в бензине.

Цепная передача состоит из двух зубчатых колес, называемых звездочками, на которые надета бесконечная цепь. Вращение ведущей звездочки преобразуется во вращение ведомой благодаря сцеплению цепи с зубьями звездочек. *Цепь* в отличие от ремня не проскаль-

зывает, и ее можно применять при малом расстоянии между валами, а также в передачах со значительным передаточным числом. Расположение передачи может быть горизонтальное, наклонное и вертикальное. Регулирование, по аналогии с ременными передачами, осуществляют перемещением опор валов звездочек, оттяжных и натяжных звездочек и роликов, упругих зубчатых венцов, устанавливаемых между ведущей и ведомой ветвями передачи. В цепной передаче не требуется такого натяжения цепи, как в ременной, поскольку передача сил осуществляется зубьями звездочек цепи, которые работают со скоростями до 35 м/с и с передаточным отношением до 15. Коэффициент полезного действия цепных передач $\eta = 0,95...0,98$.

Применяемые цепи по характеру выполняемой работы подразделяются на приводные, грузовые и тяговые. Приводные цепи передают движение от источников энергии к приемному органу машины. Работают они при различных скоростях и межцентровых расстояниях осей звездочек.

Втулочная однорядная цепь состоит из внутренних пластин, напрессованных на втулки, свободно вращающихся на валиках, на которых напрессованы наружные пластины. На одном из звеньев цепи устанавливают соединительное звено, включающее в себя два валика, соединительную пластину, изогнутую пластину и шпильки для крепления пластины. Это звено служит для установки и снятия цепи.

Приводные роликовые и втулочные цепи стандартизованы (ГОСТ 13568—97). Различают однорядные роликовые цепи легкой ПРЛ и нормальной ПР серий. Роликовые цепи нормальной серии ПР могут быть двух-, трех- и четырехрядными. Кроме указанных типов роликовых цепей бывают роликовые длиннозвенные цепи типа ПРД и цепи с изогнутыми пластинами типа

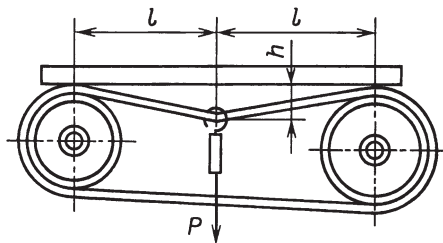


Рис. 10.17. Схема проверки натяжения ремня динамометром

ПРИ. Втулочные цепи бывают одно- и двухрядные типа ПВ.

Зубчатая цепь в каждом звене имеет набор пластин (число их определяется шириной цепи) с двумя выступами и со впадиной между ними для зуба звездочки. Эта цепь изготавливается с шарнирами трения качения.

Качество сборки цепных передач определяет длительность их эксплуатации без износа и поломок отдельных деталей, а также бесшумность и плавность работы.

Технические требования, предъявляемые к сборке цепных передач:

- оси валов, на которых расположены звездочки, должны быть взаимно параллельны (допустимое отклонение 0,1 мм на длине 1000 мм);

- звездочки не должны быть смещены относительно друг друга в плоскости движения цепи;

- допустимо смещение звездочек 1...2 мм на каждые 1000 мм;

- пластины цепи должны быть параллельны между собой;

- натянутая на звездочках цепь должна иметь стрелу прогиба при горизонтальном расположении 0,02*A* или вертикальном 0,002*A*, где *A* — межцентровое расстояние;

- шаг цепи должен строго соответствовать шагу звездочки, так как звенья цепи могут набегать на зубья звездочки и вызывать поломку зубьев или обрыв цепи;

- передачи должны работать плавно, без рывков.

Звездочки после установки и закрепления на валу следует проверить на ра-

диальное и торцовое биения с помощью индикаторов. Биение зависит от конструкции и точности передач (табл. 10.15).

Биение звездочек возникает при отклонении от соосности посадочных мест, искривлении вала, неправильной пригонке шпонок или шпоночных пазов, отклонении от соосности зубчатого венца посадочному отверстию, отклонении от перпендикулярности посадочного отверстия к торцу звездочки. При сборке цепных передач выявленные дефекты по возможности устраняют.

Цепные передачи собирают в такой последовательности. Осматривают цепь; если есть участки с дефектами, цепь выбраковывают. Проверяют соответствие цепи и звездочки наложением друг на друга.

Звездочки насаживают на вал молотками оправки. Шпонка должна свободно входить в паз ступицы без задигов. Звездочку напрессовывают, предварительно смазав шпонку вала машинным маслом, завертывают до отказа стопор и закрепляют контргайкой. При таком закреплении звездочек регулирование проводят, сдвигая звездочку в ту или иную сторону легкими ударами молотка. Выполняют контрольные операции: проверяют параллельность осей валов, отклонение от соосности продольных плоскостей звездочек, радиальное и торцовое биения звездочек. Устанавливают цепь на звездочки и соединяют концы с помощью специальных приспособлений (рис. 10.18).

Осуществляют необходимое натяжение цепи с учетом стрелы провисания,

10.15. Допустимое биение (мм) звездочек втулочных и роликовых цепей

Биение звездочек	Диаметр звездочек				
	До 100	100...200	200...300	300...400	Св. 400
Радиальное	0,25	0,5	0,75	1,0	1,2
Торцовое	0,3		0,8		1,5

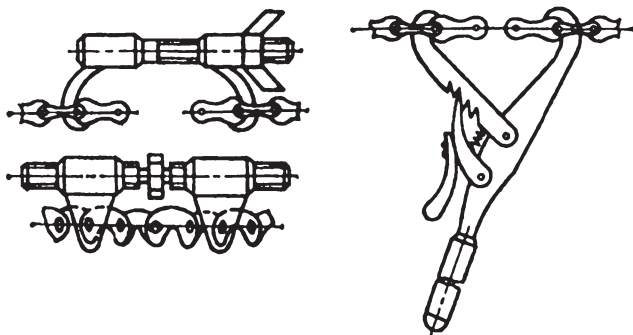


Рис. 10.18. Приспособления для сборки цепей

уменьшающей износ. После окончания сборки цепные передачи подлежат испытаниям. Выполняют пробное прокручивание вручную или рычагом. Цепь не должна соскакивать с зубьев звездочек; каждое звено должно свободно садиться на любой зуб и сходиться с него. Необходимо, чтобы передача работала плавно, без ударов роликов по зубьям. После испытания осматривают зубья звездочек и определяют правильность зацепления.

Зубчатые и червячные передачи. Зубчатая передача — это механизм для передачи вращательного движения и изменения частоты вращения. Передача может состоять из зубчатых колес; зубчатого колеса и рейки либо из червяка и червячного колеса. Зубчатые передачи бывают открытого и закрытого типов. Вращение ведущего зубчатого колеса преобразуется во вращение ведомого колеса путем нажатия зубьев первого на зубья второго. Зубчатые передачи могут быть встроены в механизм, машину или выполнены в виде самостоятельного агрегата — редуктора. Зубчатые и червячные передачи стандартизированы (табл. 10.16). *Зубчатые цилиндрические передачи* с параллельными осями валов бывают прямо- и косозубые, а также шевронные. Прямозубые зубчатые передачи широко применяются в коробках

скоростей, редукторах. Зубья шестерни и колеса такой передачи параллельны осям валов. В цилиндрической косозубой передаче вход зубьев в зацепление обеспечивает плавность работы передачи, а большое число одновременно находящихся в зацеплении зубьев — передачу значительных мощностей.

В то же время наклон зубьев исключает возможность переключения колес путем перемещения шестерни по валу, а также требует опор, способных воспринимать осевую нагрузку. В цилиндрической шевронной зубчатой передаче шестерня и колесо по ширине состоят из двух участков с зубьями, имеющими левый и правый наклоны. В этих передачах осевая сила, действующая на вал, отсутствует, и они способны передавать очень большие мощности.

Имеется 12 степеней точности цилиндрических зубчатых передач, обозначаемых в порядке убывания точности цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. Для каждой степени точности зубчатых колес и передач установлены нормы: кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев зубчатых колес в передаче.

Требования к точности изготовления и сборки зубчатых передач зависят от условий их эксплуатации. Кинематическая точность характеризуется наиболь-

10.16. Основные стандарты в области зубчатых и червячных передач

Объект стандартизации	Передачи				
	цилиндрические	реечные	конические	червячные цилиндрические	глобоидные
Основные термины, определения и обозначения	ГОСТ 16530–83				
	ГОСТ 16531–83		ГОСТ 19325–73	ГОСТ 18498–89	
Основные параметры	ГОСТ 2185–66 и 13733–77	—	ГОСТ 12289–76	ГОСТ 2144–76	ГОСТ 9369–77
Допуски	ГОСТ 1643–81 и 9178–81	ГОСТ 10242–81 и 13506–81	ГОСТ 1758–81 и 9368–81	ГОСТ 3675–84 и 9774–81	ГОСТ 16502–83

шей погрешностью передаточного отношения за один оборот колеса; плавность работы характеризуется колебаниями угловой скорости колеса в пределах одного оборота, обуславливается погрешностью шага и профиля, влияет на силу ударов и шум в передаче. Нормы контакта характеризуются пятном контакта зубьев, т.е. концентрацией нагрузки на зубьях, а определяются точностью исполнения профиля зубьев и влияют на работоспособность силовых передач.

Независимо от норм точности зубчатых передач установлено шесть видов сопряжений зубчатых колес в передаче (А, В, С, D, E, H) и восемь видов допуска T_{jn} на боковой зазор (x, y, z, a, b, c, d, h). Виды сопряжений зубчатых колес в передаче в зависимости от степени точности по нормам плавности работы следующие:

Вид сопряжений	А	В	С	D	E	H
Степень точности по нормам плавности работы	3...12	3...11	3...9	3...8	3...7	3...7

Видам сопряжений H, E соответствует допуск на боковой зазор h, а видам со-

пряжений D, C, B и A — допуски d, c, b и a соответственно. Установлено шесть классов отклонений межосевого делительного расстояния, обозначаемых в порядке убывания точности римскими цифрами от I до VI. В условном обозначении зубчатых передач последовательно цифрами указывают степени точности по нормам кинематической точности, плавности работы и пятна контакта, затем вид сопряжения и номер стандарта, например *8-7-6-B ГОСТ 1643–81*. Если на все нормы точности назначены одинаковые степени точности, то в обозначении степень указывается только один раз, например *7-C ГОСТ 1758–81*.

Технические требования на сборку зубчатых передач в существенной степени зависят от их назначения. Технологический процесс сборки зубчатых передач включает в себя: контроль и сортировку зубчатых колес; пригонку, установку и закрепление зубчатых колес на валах, установку валов с насаженными колесами; регулирование зацепления зубьев.

Зубчатые колеса на цилиндрической шейке с врезной сегментной шпонкой собирают в такой последовательности: легкими ударами медного молотка уста-

навливают шпонку в паз вала, а затем напрессовывают колесо, ориентируя его так, чтобы паз совпадал со шпонкой. Перед установкой зубчатого колеса на шлицевый вал последний тщательно осматривают; при необходимости снимают заусенцы. При повышенной точности шлицевого соединения сопряжение вала с зубчатым колесом проверяют на краску. Перед установкой зубчатого колеса на конусный конец вала контролируют прилегание конусных поверхностей ступицы и вала на краску и затягивают гайку.

После затягивания гайки в соединениях должны оставаться зазоры между торцом ступицы и торцом корпуса вала, а также между дном шпоночной канавки и верхней плоскостью шпонки. При установке встречаются погрешности от качания зубчатого колеса на шейке вала, радиального биения по окружности выступов, торцового биения и неплотного прилегания к упорному буртику вала (рис. 10.19).

Сборочную единицу на качание проверяют обстукиванием напрессованного зубчатого колеса молотком из мягкого металла. Радиальное и торцовое биения контролируют на призмах или в центрах. Допустимые радиальное и торцовое биения венца зубчатого колеса зависят от степени точности колеса. Для

различных передач допускается радиальное биение $0,025...0,075$ мм. Торцовое биение можно проверить на тех же призмах с помощью стойки с индикатором, если есть возможность упора вала по центру. Торцовое биение допускается в пределах $0,1...0,15$ мм. Если биение превосходит допускаемые пределы, зубчатое колесо перепрессовывают с поворотом на некоторый угол.

Правильное зацепление зубьев происходит при параллельности осей колес, отсутствии перекаса и сохранении расстояния между осями валов в пределах заданного допуска. Погрешности изготовления зубчатых колес, валов и корпусных деталей при сборке зубчатых передач влекут за собой другие погрешности: 1) недостаточный боковой зазор; 2) увеличенный боковой зазор; 3) неравномерный боковой зазор. Причинами первой и второй погрешностей могут быть увеличенная или уменьшенная толщина зубьев, увеличенное или уменьшенное расстояние между осями и корпусной деталью, а третьей — неравномерная толщина зубьев или радиальное биение зубчатого венца.

Боковой зазор соединения проверяют прокаткой свинцовой проволоки между зубьями, с помощью щупа или специального приспособления — поводка, который закрепляют на валу одного из

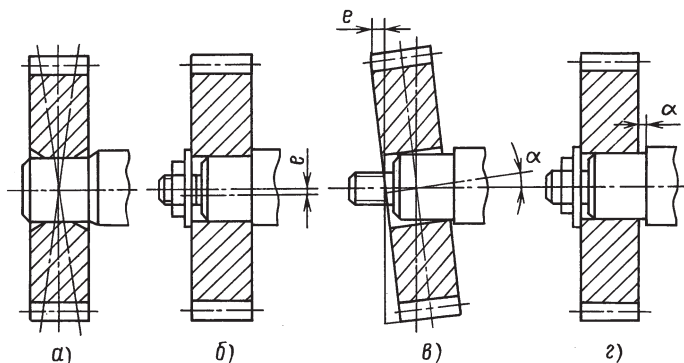


Рис. 10.19. Погрешности установки зубчатых колес на валу:

a — качание зубчатого колеса на шейке вала; *б* — радиальное биение на шейке вала; *в* — торцовое биение; *г* — неплотное прилегание к упорному торцу; *e* и α — отклонения от нормы

зубчатых колес. По перемещению конца поводка посредством индикатора определяют боковой зазор в зубьях колес.

Плавность хода передачи контролируют, поворачивая собранный механизм вручную или динамометрическим ключом. Плавное зацепление зубчатых колес определяют также по расположению и размерам пятен контакта зубьев (рис. 10.20, *а*).

Длину пятен измеряют вдоль зуба, причем разрывы в пятне размером более одного модуля в длину пятна не засчитывают. Высоту пятна измеряют по самому темному месту. Полученные величины делят соответственно на длину зуба l и его высоту h и определяют площадь пятна в процентах. При верно выбранном боковом зазоре пятно контакта расположено в центре боковой поверхности зуба (рис. 10.20, *б*). В случае недостаточного зазора по всему венцу, причиной которого может быть лишняя или малая толщина зуба обоих колес, изменится форма пятна и расположение его сместится к основанию зуба (рис. 10.20, *в*).

Большой зазор по всему венцу, вызванный отклонением межосевого делительного расстояния в корпусе, также изменит форму пятна, а расположение его сместится к вершине зуба (рис. 10.20, *г*). При неравномерном зазоре в зацеплении форма пятна контакта зубьев в передаче будет прерывистой (рис. 10.20, *д*). В этом случае находят положение колес с наименьшим зазором, расцепляют их, одно из них поворачивают на 180° и снова сцепляют. Если характер зацепления не изменился, то проверяют второе колесо. Если после перестановки минимальный зазор стал максимальным, то меняют первое колесо.

В случае перекосов отверстия зубчатого колеса или шейки вала отпечаток краски располагается односторонне (рис. 10.20, *е, ж*). Нормы контакта зубьев в передаче (суммарное пятно контакта) в зависимости от степени точности приведены в табл. 10.17.

Отклонение межосевого делительного расстояния не должно превышать допускаемых величин. Нормы гарантированного бокового зазора и предельные

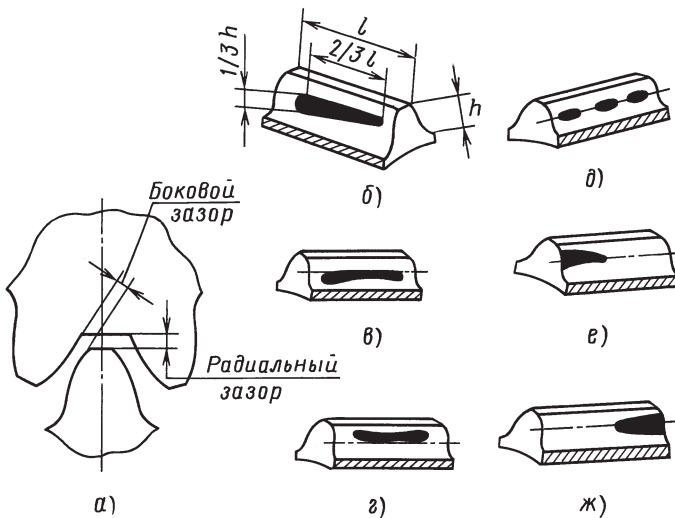


Рис. 10.20. Схемы расположения пятен контакта зубьев при проверке зубчатого цилиндрического зацепления на краску

10.17. Нормы контакта зубьев в передаче

Степень точности	Пятно контакта, %, не менее		Степень точности	Пятно контакта, %, не менее	
	по высоте зуба	по длине зуба		по высоте зуба	по длине зуба
3	65	95	8	40	50
4	60	90	9	30	40
5	55	80	10	25	30
6	50	70	11	20	25
7	45	60			

отклонения межосевого делительного расстояния представлены в табл. 10.18.

Вид сопряжения	A
Степень точности	4...12
Вид допуска на боковой зазор	a

степеней точности по нормам плавности работы и допусков бокового зазора:

B	C	D	E	H
4...11	4...9	4...8	4...7	4...7
b	c	d	e	h

Конические и гипоидные (конические винтовые) зубчатые передачи с перекрещивающимися осями бывают с прямыми, тангенциальными и криволинейными зубьями. В соответствии с формой зубьев возрастают плавность, бесшумность и нагрузочная способность передачи, но затрудняется изготовление. Стандартизированы конические и гипоидные зубчатые передачи со средним делительным диаметром зубчатых колес до 4000 мм, средним нормальным модулем 1...56 мм, с прямолинейным профилем исходного контура и номинальным углом его профиля 20° и с установленными нормами точности.

Точность изготовления конических и гипоидных зубчатых передач задается 12 степенями точности, а требования к боковому зазору — видом сопряжения по нормам бокового зазора. Для каждой степени точности зубчатых колес и передач установлены нормы: кинематической точности; плавности работы и контакта зубьев зубчатых колес в передаче. Рекомендуются следующие сочетания видов

Пример условного обозначения точности передачи со степенью 8 по нормам кинематической точности, со степенью 7 по нормам плавности работы, со степенью 6 по нормам пятна контакта зубьев, с видом сопряжения B: 8-7-6 B ГОСТ 1758—81.

Нормальная работа конической зубчатой передачи зависит от точности и качества ее сборки. Приемы сборки конических передач и установки их на валу аналогичны применяемым для цилиндрических передач. Отличаются только приемы установки вала-колеса и регулирования зацепления.

Для обеспечения правильной сборки конической передачи оси отверстий или шеек зубчатых колес должны проходить через центр начальной окружности и не иметь перекоса; оси гнезд в корпусе должны лежать в одной плоскости и пересекаться под прямым углом. Точность расположения отверстий под подшипники проверяют с помощью калибров (рис. 10.21, а). Размеры конца калибра 1 и отверстия калибра 2 подбирают с уче-

том допускаемого отклонения расположения осей отверстий от плоскости и угла. В другом случае (рис. 10.21, б) концы обоих калибров срезаны. При их установке в гнезда подшипников корпуса передачи зазор K между плоскостями среза должен быть в пределах $0,01...0,06$ мм модуля торцового зацепления. Зазор проверяют с помощью шупа.

При установке зубчатых колес на валы контролируют их биение относительно подшипниковых шеек вала. Биевание зубчатого венца определяют в направлении, перпендикулярном к образующей делительного конуса на постоянном среднем расстоянии от вершин конуса. Балансировку проводят обычно на призмах, аналогично балансировке шкивов ременных передач.

Боковой зазор в зацеплении проверяют с помощью шупа (табл. 10.18). Пластину шупа вставляют между зубьями, находящимися в зацеплении. Когда зазор мал, применяют свинцовую пластину. Свинцовую пластину толщиной в 1,5 раза больше ожидаемого зазора устанавливают на зуб и проворачивают колеса так, чтобы зуб вместе с пластиной прошел зону зацепления. Пластина расплющивается до толщины, соответствующей зазору между зубьями. Боковой

$j_{n \min}$ и радиальный δ зазоры регулируют сдвигом колес вдоль осей. Окончательно проверяют правильность зацепления с помощью краски. На зубья одного колеса наносят тонкий слой краски (лазури), проворачивают передачу и определяют длину и ширину отпечатков на зубьях второго колеса.

Пятно контакта должно иметь отрыв от головки и ножки зуба, а для бочкообразных и спиральных зубьев — от носка и пятки зуба. По расположению пятен контакта судят о погрешности зацепления. Нормы контакта зубьев в конических передачах приведены в табл. 10.19.

Основными погрешностями зацепления прямозубых конических зубчатых колес являются следующие: недостаточный зазор, чрезмерная сближенность колеса (пятно контакта смещено к головке зуба ведущего колеса); межосевой угол больше расчетного (пятно контакта смещено к вершине конуса ведущего колеса); межосевой угол меньше расчетного (пятно контакта смещено к основанию конуса ведущего колеса).

Если на зубьях ведущего и ведомого колес следы краски расположены плотно на одной стороне зуба на узком конце, а на другой — на широком, то это свидетельствует о перекосе осей зубчатых колес. Неправильное зацепление и перекос

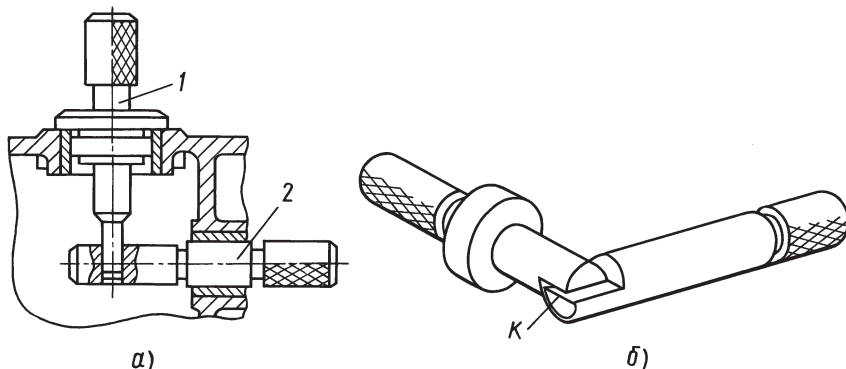


Рис. 10.21. Приемы проверки конических зубчатых передач

10.18. Нормы бокового зазора

Вид сопряжения	Класс отклонения межосевого делительного расстояния*	Межосевое делительное расстояние, <i>a</i> , мм															
		до 80	св. 80 до 125	св. 125 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500	св. 500 до 630	св. 630 до 800	св. 800 до 1000	св. 1000 до 1250	св. 1250 до 1600	св. 1600 до 2000	св. 2000 до 2500	св. 2500 до 3150	св. 3150 до 4000
Гарантированный боковой зазор <i>j_н</i> min																	
H	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	II	30	35	40	46	52	57	63	70	80	90	105	125	150	175	210	260
D	III	46	54	63	72	81	89	97	100	125	140	165	195	230	280	330	410
C	IV	74	87	100	115	130	140	155	175	200	230	260	310	370	440	540	660
B	V	120	140	160	185	210	230	250	280	320	360	420	500	600	700	860	1050
A	VI	190	220	250	290	320	360	400	440	500	560	660	780	920	1100	1350	1650
Предельное отклонение межосевого делительного расстояния <i>f_а</i>																	
—	I	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	36	40	45	55	70	90
H, E	II	16	18	20	22	25	28	30	35	40	45	50	60	70	90	110	140
D	III	22	28	30	35	40	45	50	55	60	70	80	100	110	140	160	200
C	IV	35	45	50	55	60	70	80	90	100	110	140	160	180	220	280	350
B	V	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	220	250	300	350	450	550
A	VI	100	110	120	140	160	180	200	220	250	280	350	400	450	550	700	800

* Класс отклонений межосевого делительного расстояния используется при изменении соответствия между видом сопряжения и классом отклонения от межосевого делительного расстояния.

* Класс отклонений межосевого делительного расстояния используется при изменении соответствия между видом сопряжения и классом отклонения от межосевого делительного расстояния.

10.19. Нормы контакта зубьев в зубчатой конической передаче

Степень точности	С продольной модификацией		Немодифицированных	
	Предельное отклонение относительных размеров суммарного пятна контакта		Относительный размер суммарного пятна контакта	
	F _{sl} , % от длины зуба	F _{sh} , % от средней глубины захода	% длины от зуба	% от средней глубины захода
			не менее	
4–5	±10		70	75
6–7			60	65
8–9	±15		50	55
10–12			40	45

исправляют пригоночными операциями. Для правильной сборки конических передач необходимо зубчатые колеса установить таким образом, чтобы их начальные окружности соприкасались в одной точке O (рис. 10.22), что при сборке выполняют регулированием.

Регулирование осуществляют перемещением колес вдоль осей до совмещения воображаемых вершин их конусов. Фиксация положения достигается с помощью набора прокладок.

В некоторых случаях после сборки передачу испытывают на шум и вибрацию. Испытание проводят при максимальной частоте вращения и под нагрузкой, составляющей 20...40 % от номинальной. Для измерения шума и вибраций используют типовые приборы: шумометры; пьезометрические измерители ускорений; анализатор спектра.

Червячные передачи применяют для передачи вращения между двумя валами, перекрещивающимися под углом 90° . Обычно передача осуществляется от червяка к колесу.

Стандартизованы червячные цилиндрические передачи и червячные пары, выполненные с межосевым углом 90° , модулем 1...25 мм, делительными диа-

метрами червяка червячного колеса соответственно до 450 и до 6300 мм и установленными нормами точности.

Для правильной сборки червячной передачи профиль и шаг нарезки червячного колеса и червяка должны соразмеряться друг с другом; червяк должен соприкасаться с каждым зубом червячного колеса на участке не менее $2/3$ длины дуги зуба червячного колеса; радиальное и торцовое биения червяка и чер-

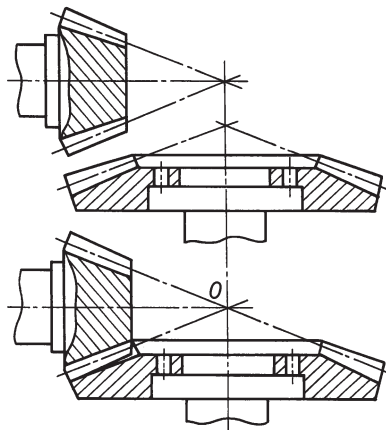


Рис. 10.22. Схема конической зубчатой передачи

вячного колеса не должно выходить за пределы норм, установленных для соответствующих степеней точности; межцентровые делительные расстояния должны отвечать расчетной величине, обеспечивая необходимый зазор, установленный для соответствующего класса передач; оси скрещивающихся валов должны располагаться под углом 90° друг к другу; величина мертвого хода червяка должна согласовываться с установленными нормами для соответствующего класса передач.

Собранные передачи испытывают на холостом ходу и под нагрузкой; во время испытаний проверяют плавность хода и нагрев подшипниковых опор, который должен быть не выше $50...60^\circ\text{C}$. При сборке как цилиндрических и конических зубчатых передач, так и червячных передач важен контроль геометрических параметров по заданным нормам точности.

Приемы сборки червячных, цилиндрических и конических зубчатых передач аналогичны. Червячное колесо на валу устанавливают на врезную призматическую шпонку или закрепляют с двух

сторон гайками; положение средней плоскости колеса регулируют гайками или компенсаторными кольцами различной толщины. При закреплении колес на валах возможны случаи неточности сборки: перекос и сдвиг по оси. Перекос посадки червячного колеса проверяют в центрах с помощью индикатора. Так же проверяют биение витка червяка по нормам плавности работы. После контроля точности деталей червячной передачи собирают отдельные единицы и саму передачу. При этом осуществляют комплексный контроль по различным нормам точности.

Допуски межосевого делительного расстояния и межосевого угла, а также смещение средней плоскости червячного колеса в передаче (табл. 10.20–10.22) контролируют с использованием специальных оправок, шаблонов и приспособлений (рис. 10.23). Установку червячного колеса относительно червяка проверяют специальным шаблоном и щупом, отвесами и линейкой.

Указанные смещения характеризуют качество зацепления и влияют на распо-

10.20. Допуск $\pm f_d$ (мкм) межосевого делительного расстояния в передаче

Степень точности	Межосевое делительное расстояние a_w , мм										
	св. 315 до 400	св. 400 до 500	св. 500 до 630	св. 630 до 800	св. 800 до 1000	св. 1000 до 1250	св. 1250 до 1600	св. 1600 до 2000	св. 2000 до 2500	св. 2500 до 3150	св. 3150 до 4000
5	32	34	36	40	42	46	50	53	56	63	67
6	50	53	56	63	67	75	80	85	90	95	105
7	80	85	90	95	105	118	125	130	140	160	170
8	125	130	140	160	170	180	190	200	220	240	260
9	200	210	240	250	260	280	300	340	360	400	420
10	300	340	360	380	420	450	480	530	560	600	670
11	500	530	560	600	670	710	800	850	900	950	1000
12	750	850	900	950	1050	1100	1200	1300	1400	1500	1600

10.21. Допуск $\pm f_g$ (мкм) межосевого угла передачи

Ширина зубчатого венца червячного колеса, мм	Степень точности							
	5	6	7	8	9	10	11	12
До 63	7,1	9	12	16	22	28	34	42
Св. 63 до 100	9,5	12	17	22	28	36	45	56
» 100 » 160	13	17	24	30	40	50	63	80
» 160 » 250	19	24	32	42	56	71	90	110
» 250	—	—	48	63	80	100	130	160

10.22. Допуск $\pm f_x$ (мкм) смещения средней плоскости в передаче

Степень точности	Межосевое делительное расстояние a_w , мм										
	св. 315 до 400	св. 400 до 500	св. 500 до 630	св. 630 до 800	св. 800 до 1000	св. 1000 до 1250	св. 1250 до 1600	св. 1600 до 2000	св. 2000 до 2500	св. 2500 до 3150	св. 3150 до 4000
5	24	26	28	30	32	34	38	40	45	48	53
6	40	42	45	48	53	56	60	67	71	75	80
7	60	67	70	75	85	90	95	105	110	120	130
8	100	105	110	120	130	140	150	160	170	190	200
9	150	160	170	190	200	220	240	260	280	300	320
10	240	260	280	300	320	340	375	400	450	480	500
11	380	400	450	500	530	560	600	630	710	750	800
12	600	630	710	750	800	850	950	1050	1100	1200	1250

ложение пятен контакта зубьев колеса с витком червяка. Комплексная проверка норм контактной точности проводится по суммарному пятну контакта на краску. На винтовую поверхность червяка наносят тонкий слой краски, вводят его в зацепление с червячным колесом и медленно поворачивают вокруг оси. При верном зацеплении нормы суммарного пятна контакта в зависимости от степени точности передачи приведены в табл. 10.23.

В собранной червячной передаче проверяют боковой зазор в зацеплении, т.е. зазор между боковыми поверхностями витка червяка и зубьев колеса (табл. 10.24). Он определяется в линейных величинах по нормали к боковым поверхностям. Измерить этот зазор трудно, поэтому обычно о нем судят по величине мертвого хода. Суммирование всех зазоров в зацеплении червячной передачи создает мертвый ход, т.е. положение, когда при повороте червяка в результате

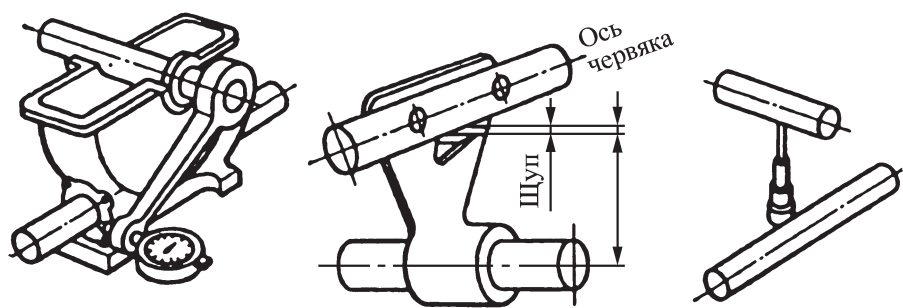


Рис. 10.23. Схема контроля расположения осей червячной передачи

10.23. Нормы контакта (суммарное пятно контакта)

Степень точности	Относительные размеры суммарного пятна контакта, %			
	По высоте зубьев	Допускаемое отклонение	По длине зубьев	Допускаемое отклонение
5	75	−10	70	−10
6; 7	65		60	
8; 9	55		50	
10	45	40		
11; 12	Отдельные пятна			

Примечание. Пятно контакта определяется относительными размерами пятна контакта, %: по ширине зубчатого венца — отношением расстояния между крайними точками следов прилегания за вычетом разрывов, превосходящих величину модуля, мм, к длине зуба; по высоте зуба червячного колеса — отношением средней высоты следов прилегания к высоте зуба соответствующей активной боковой поверхности.

устранения зазоров в зацеплении червячное колесо не поворачивается.

Для определения величины мертвого хода (рис. 10.24) стрелку 1 укрепляют на корпусе передачи, а градуированный

диск 4 — на хвостовике червяка 2; накопчик индикатора 3 устанавливают на плоскость зуба колеса. Момент, когда при повороте червяка стрелка индикатора начинает отклоняться, означает ко-

10.24. Нормы бокового зазора для червячной передачи

Вид сопряжения	Класс отклонений межосевого делительного расстояния*	Межосевое делительное расстояние a_o , мм										
		св. 315 до 400	св. 400 до 500	св. 500 до 630	св. 630 до 800	св. 800 до 1000	св. 1000 до 1250	св. 1250 до 1600	св. 1600 до 2000	св. 2000 до 2500	св. 2500 до 3150	св. 3150 до 4000
Гарантированный боковой зазор j_n min, мкм												
H	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	II	57	63	70	80	90	105	125	150	175	210	260
D	III	89	97	110	126	140	165	195	230	280	330	410
C	IV	140	155	175	200	230	260	310	370	440	540	660
B	V	230	250	280	320	360	420	500	600	700	860	1050
A	VI	360	400	440	500	560	660	780	920	1100	1350	1650

Предельное отклонение межосевого делительного расстояния f_d , мкм

—	I	18	20	22	25	28	35	40	45	55	70	90
H, E	II	28	30	35	40	45	50	60	70	90	110	140
D	III	45	50	55	60	70	80	100	110	140	160	200
C	IV	70	80	90	100	110	140	160	180	220	280	350
B	V	110	120	140	160	280	220	250	300	350	450	550
A	VI	180	200	220	250	280	350	400	450	550	700	800

* Класс отклонений межосевого делительного расстояния используется при несоответствии сопряжения и класса отклонения.

нец мертвого хода зацепления. Это положение отмечается на градуированном диске. Угол поворота диска при неподвижной стрелке индикатора является полным мертвым ходом передачи.

Отклонение от перпендикулярности оси червяка к оси червячного колеса, а также неправильно выдержанное межосевое делительное расстояние — трудноустраняемые дефекты. Они возникают при изготовлении корпуса передачи. Для обеспечения требуемой точности зацепления в единичном производстве применяют метод шабрения зубьев червячных колес. Отклонение межосевого расстояния устраняется методом регулирования. Он заключается в смещении червячного колеса с помощью компенсаторных прокладок до положения, при котором его середина будет находиться в одной плоскости с осью червяка.

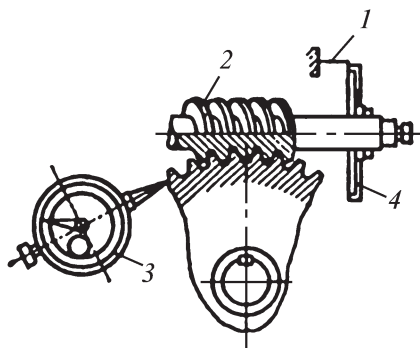


Рис. 10.24. Проверка мертвого хода в червячном зацеплении

Плавность работы собранной передачи проверяют динамометрическим ключом. При вращении червячной передачи таким ключом сила должна быть постоянной, что свидетельствует о плавном вращении червяка.

Глава 11

ТАКЕЛАЖНЫЕ СРЕДСТВА И ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ РАБОТЫ

11.1. Канаты и стропы

Канаты из органических и синтетических волокон. Канаты из органических волокон (пеньковые, сизалевые) на монтажных работах служат в основном в качестве оттяжек и расчалок. Канаты из синтетических волокон (капроновые, полипропиленовые, полиэфирные, полиэтиленовые) могут использоваться и для оснастки полиспастных систем в особых случаях, когда нецелесообразно или нельзя применять стальные канаты. В такелажной оснастке можно встретить комбинированные канаты типа «пенька — сталь». Они имеют большую разрывную нагрузку по сравнению с канатами пеньковыми, сизалевыми и полипропиленовыми, но уступают по прочности капроновым канатам.

Особенностью канатов из органических и синтетических нитей является значительное удлинение под нагрузкой. Наименьшее удлинение у канатов из органических волокон (до 20 %), наибольшее — у канатов из синтетических волокон (до 50 %) при нагрузке, близкой к разрывной. Удлинение синтетических нитей с увеличением влажности возрастает на 11...19 %.

Канаты из манильской пеньки, даже химически обработанные, подвержены гниению. При работе во влажной среде длина каната из пеньки сокращается, прочность его уменьшается. Канаты из синтетических волокон обычно не поддаются гниению, плесени и грибку. Нейлон очень слабо поглощает влагу, а пропилен совсем ее не вбирает. Поэтому влажные канаты из этих материалов не становятся жесткими. Сухие и чистые канаты из синтетических волокон не замерзают и обладают хорошими диэлектрическими свойствами. Однако они

подвержены плавлению при высоких температурах и не должны использоваться при значительном трении или там, где возможен их чрезмерный нагрев. Следует избегать их применения вблизи зоны сварочных работ.

Пеньковые канаты (ГОСТ 30055—93) изготавливают трехрядными кручеными белыми и пропитанными трех исполнений: специальные, повышенной прочности и обыкновенные. Выпускают также приводные пеньковые канаты.

При маркировке бухт применяют следующее условное обозначение: первые две буквы — наименование каната, последующие цифры — линейная плотность каната; две последующие буквы — группа каната; обозначение стандарта. Примеры условного обозначения пеньковых канатов:

канат пеньковый белый ПБ линейной плотностью 120 ктекс (1 ктекс — это масса 1000 м каната в килограммах) специальный (СП): *ПБ 120 ктекс СП ГОСТ*;

канат пеньковый пропитанный (смоленый) (ПС) линейной плотностью 144 ктекс повышенный (ПВ): *ПС 144 ктекс ПВ ГОСТ*;

канат пеньковый, пропитанный составом Е-1 (ПЕ) линейной плотностью 442 ктекс повышенный (ПВ): *ПЕ 442 ктекс ПВ ГОСТ*;

канат пеньковый приводной белый (ППБ) линейной плотностью 1924 ктекс обыкновенный (ОБ): *ППБ 1924 ОБ ГОСТ*.

Пеньковые канаты изготавливают диаметром 10...112 мм с разрывной нагрузкой 7900...537 750 Н. Наибольшая разрывная нагрузка у специальных канатов, а наименьшая — у обыкновенных. Прочность пропитанных канатов на 1...3 % меньше прочности белых. Приводные канаты обладают прочностью, практически равной прочности белых канатов.

Сизалевые канаты производят трехпрядными трех исполнений, как и пеньковые (табл. 11.1). В сизалевых канатах повышенной прочности имеется одна цветная каболка, а в канатах специальной группы — две цветные каболки.

Различают канаты капроновые трехпрядные, капроновые плетеные восьмипрядные — по ТУ 17 РСФСР 40-9183-78 (табл. 11.2), полипропиленовые крученые трехпрядные — по ТУ 17-05-003-76 (табл. 11.3). В зависимости от разрывной нагрузки капроновые канаты подразделяют на обыкновенные и повышенной прочности.

В комбинированных канатах пряди состоят из стальной оцинкованной проволоки и из пеньковой смоленой или сизалевой пряжи. По конструкции такие канаты изготавливают трех-, четырех- и шестипрядными. Число проволок в пряди 6...16, диаметр 0,5...1 мм.

Канаты «пенька — сталь» выпускают нераскручивающиеся (канат не раскручивается на отдельные пряди после снятия перевязок) и раскручивающиеся. Канаты «пенька — сталь» подразделяются на две группы: повышенной и нормальной прочности (табл. 11.4).

Способы строповки грузов, крепления к грузозахватным органам и изготовления узлов с применением канатов приведены в табл. 11.5.

Связывание каната узлом заставляет наружные волокна нагружаться больше, чем в прямом канате без узла, и вследствие растяжения этих волокон прочность каната уменьшается (рис. 11.1, а).

При разрушении каната наружные волокна рвутся первыми, а за ними рвутся и внутренние волокна. Петли, образованные одним канатом, проходящим над другим того же самого диаметра, обеспечивают полную прочность одиночного каната, если сила растяжения приложена к обоим канатам, образуя петлю (рис. 11.1, б).

Уменьшение прочности, вызванное соединениями и узлами в элементе, об-

разованном из нескольких отрезков канатов, не суммируется.

Например, если груз подвешен к двум канатам одинакового диаметра, соединенных связкой Каррик, и прикреплен к одному проушиной, а к другому — креплением Боулайн, прочность системы достигает 50 % от прочности канатов при растяжении (рис. 11.1, в). Не следует использовать канаты с узлами для подъема груза на отметке выше уровня земли. При использовании синтетических канатов рекомендуется применять двойные узлы.

Стальные проволочные канаты. Для такелажной оснастки преимущественно применяют круглые канаты грузового назначения с линейным касанием (ЛК) проволок между слоями, нераскручивающиеся из проволоки по механическим свойствам не ниже марки 1 с маркировочной группой по временному сопротивлению разрыву проволоки 1770 МПа (180 кгс/мм²) и выше.

Конструкцию каната обозначают следующим образом: первая цифра — число прядей в канате, вторая — число проволок в пряди. Знак умножения между первой и второй цифрами говорит о том, что каждая из прядей имеет одно и то же число проволок. Если в канате или пряди есть сердечник, это обозначается знаком +, а рядом стоящая цифра означает число сердечников, далее буквами показан тип сердечника (о.с. — органический, м.с. — металлический), например *канат конструкции 6 × 36 + 1 о.с.*

Канат одинарной свивки состоит только из проволоки, свитых по спирали в один или несколько концентрических слоев; канат двойной свивки имеет несколько прядей; канат тройной свивки состоит из свитых канатов двойной свивки. Полное обозначение каната включает в себя указание типа свивки: ЛК-О — с линейным касанием проволок при одинаковом диаметре проволок по слоям пряди; ЛК-Р — то же, при разных диаметрах проволок в наружном слое пряди; ЛК-З — то же, с проволока-

11.1. Сизалевые канаты трехпрядные

Номинальная линейная плотность каната, ктекс (кг/км)	Диаметр каната, мм	Разрывная сила канатов в целом, кН, не менее		
		специальных	повышенной прочности	нормальных
33	6,37	4,68	4,06	3,10
46	7,96	6,11	5,30	4,10
57	9,55	7,33	6,40	4,90
87	11,1	10,92	9,30	7,20
102	12,7	12,68	10,80	8,4
130	14,3	15,62	13,30	10,4
170	15,9	20,06	17,50	13,6
247	19,1	28,26	24,05	18,7
274	20,7	30,66	26,12	20,3
393	23,9	42,90	36,45	28,3
545	28,7	58,80	50,0	38,8
670	31,8	71,08	60,4	46,9
897	36,6	91,35	77,65	60,3
1053	39,8	105,14	89,36	69,4
1521	47,8	148,35	126,1	97,9
2067	55,7	193,3	164,4	127,6
2710	63,7	246,03	205,6	165,1
3432	71,7	306,77	260,8	202,5
4231	79,6	365,21	310,2	241,0
5129	87,6	442,0	364,2	282,8
6104	95,5	510,0	423,0	328,5
7157	103,5	—	456,0	361,9
8307	111,5	—	514,9	399,8

ми заполнения в пряди; ЛК-РО — то же, с проволоками разных и одинаковых диаметров по слоям пряди; ТЛК — с комбинированным точечно-линейным касанием проволок.

При заказе канатов (ГОСТ 3241–91) указывают их диаметр, назначение, марку проволоки, вид ее покрытия, направление свивки, сочетание направлений

свивки каната и его элементов, способ свивки каната, точность изготовления, маркировочную группу и государственный стандарт на канат. Пример условных обозначений:

Канат 27,0-Г-1-Н-1764 (180) ГОСТ 7668–80 [канат диаметром 27 мм грузовой назначения (Г), марка проволоки — 1, проволока без покрытия правой

11.2. Капроновые канаты

Диаметр каната, мм	Линейная плотность, кг/текс, не более	Разрывная сила канатов в целом, кН, не менее		
		трехрядных		восьмирядных
		обыкновенной прочности	повышенной прочности	
8	45	9,9	11,6	Испытания не проводятся
10	56	12,1	14,2	
11	77	17,0	19,7	
13	105	22,0	26,6	
16	167	35,3	41,8	
19	239	49,7	59,0	
22	325	67,0	79,9	
26	425	87,0	103,7	
29	569	118,6	137,0	
32	679	136,7	158,8	
37	920	180,0	210,0	
40	1073	204,0	235,7	
48	1533	290,0	337,0	372,4
56	2081	394,5	457,6	490,5
64	2621	498,0	578	647,5
72	3330	630,0	731	814,2
80	4095	775,0	899	971,2
88	4949	935,0	1084	1177,2
96	5891	1113,0	1291	1373,4
104	6530	—	—	1667,7

крестовой свивки, нераскручивающийся (Н), нормальной точности маркировочной группы 1764 МПа (180 кгс/мм²).

Канаты, не имеющие сертификата или свидетельства об испытании, к эксплуатации не допускаются. Действительную разрывную силу каната R_d принимают по сертификату. Если в сертификате или свидетельстве об испытании указана суммарная разрывная сила про-

волока в канате ($R_{\text{сум}}$), то разрывную силу в целом R определяют умножением $R_{\text{сум}}$ на коэффициент μ , т.е. $R = R_{\text{сум}} \mu$, где $\mu = 0,8...0,83$.

К каждому отрезку каната, предназначенному для эксплуатации, необходимо прикрепить бирку с указанием основных сведений о канате, приложить копию сертификата (свидетельства об испытании) с указанием длины отрезка.

11.3. Полипропиленовые канаты

Номинальная линейная плотность, ктекс, не более	Диаметр, мм	Разрывная сила в целом, кН, не менее	Номинальная линейная плотность, ктекс, не более	Диаметр, мм	Разрывная сила в целом, кН, не менее
29,8	8	7,4	359,0	29	58,8
39,7	10	9,5	444,0	32	70,6
53,0	11	12,2	529,0	34	79,4
66,2	13	14,7	677,0	40	100,0
106,0	16	22,5	973,0	48	137,0
159,0	19	29,4	1240,0	56	180,0
211,0	22	39,2	1740,0	64	235,0
274,0	26	49,0			

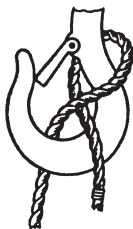
11.4. Канаты «пенька — сталь»

Диаметр каната, мм	Масса 1000 м каната, кг	Суммарная разрывная сила, кН, не менее, каната		Разрывная сила в целом, кН, не менее, каната	
		повышенной прочности	нормальной прочности	повышенной прочности	нормальной прочности
8	87	9,8	9,1	8,9	8,2
10	116	13,1	12,2	11,7	10,8
14	186	19,7	18,2	17,5	16,2
	168				
17	325	32,4	29,9	27,2	25,1
	354	37,9	35,1	31,8	29,5
17,5	298	29,5	27,4	24,8	23,0
21	513	48,6	44,8	40,8	37,6
	568	56,9	52,7	47,8	44,2
22	590	59,9	55,5	50,3	46,6
	630	66,5	61,8	55,8	51,9
	638	68,1	63,1	57,2	53,0
26	845	91,6	85,3	75,1	69,9
	884	98,7	91,6	81,0	75,1
27	935	89,8	83,2	73,6	68,2
	1007	102,1	94,6	83,7	77,6
29	1014	99,7	92,7	81,8	76,0
32	1331	148,1	137,4	121,4	112,7

11.5. Способы строповки грузов, изготовления узлов и связок

Крепление, способ изготовления и особенности применения

Одинарным крюковым (гаковым) узлом



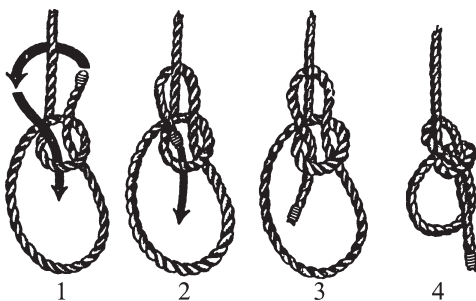
Для временного крепления к крюку легких грузов при постоянном натяжении сухого каната из органических волокон. Петля проходит поперек крюка под рабочей ветвью каната, которая затягивается и держит мертвый конец

Двойным крюковым узлом



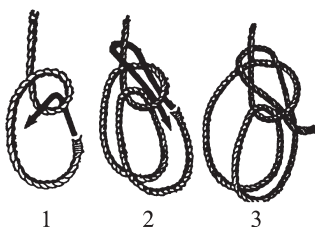
Более надежно, чем одинарным крюком, и может быть использовано для скользких (синтетических канатов)

Морским узлом (Боулайн)



Узел не защемляется и не проскальзывает, универсален, легко завязывается и развязывается. Двойные узлы могут быть использованы для соединения отрезков канатов; одинарные — для подъемных операций или крепления вокруг кольца либо столба

Морским двойным узлом (Боулайн)

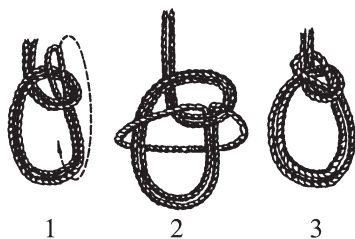


Узел позволяет сделать хорошую, не проскальзывающую проушину или комплект петель, фиксирующих груз. Узел затягивается плотно

Продолжение табл. 11.5

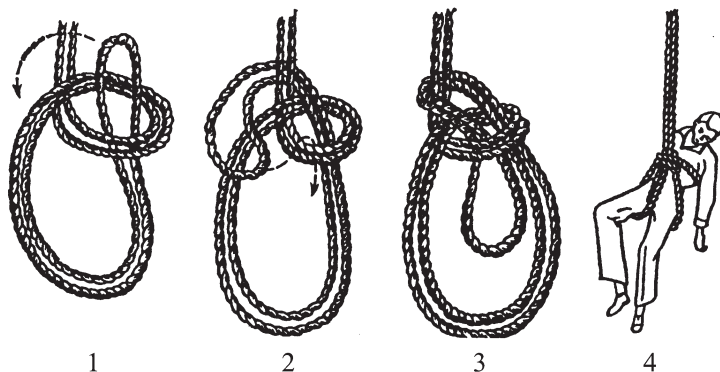
Крепление, способ изготовления и особенности применения

Морским узлом (Боулайн) на петле



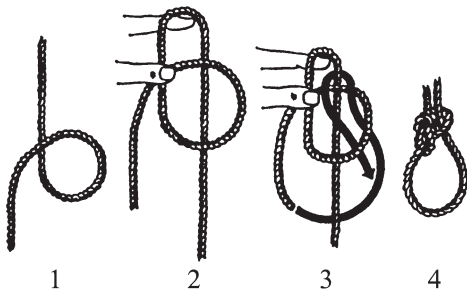
Для средней части каната или изготовления комплекта двойных проушин

Тройным морским спасательным узлом



Для подъема раненых, поскольку третья петля служит для поддержки спины и плеч, в то время как две остальные — для ног

Подвижным морским узлом

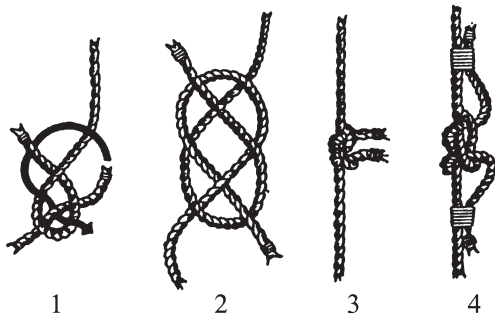


Узел скользящий, свободно движется по рабочей ветви каната, легко развязывается и очень прочный. Чтобы завязать его, делают верхнюю петлю на конце каната, который держат

Продолжение табл. 11.5

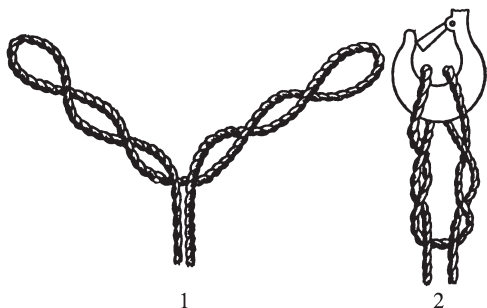
Крепление, способ изготовления и особенности применения

Связкой Каррик



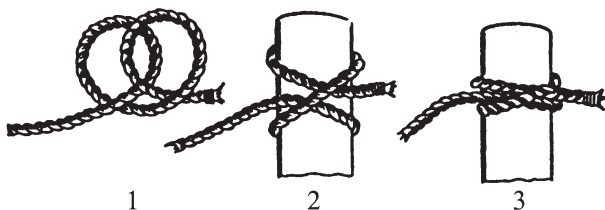
Узел легко развязывается, не защемляется, а под нагрузкой всегда плотно стягивается. Этот способ часто применяют для соединения двух кусков каната. На конце одного каната образуют нижнюю петлю со свободным концом и рабочей ветвью, направленными от себя. Другой канат располагают рядом с петлей. Пропускают его под свободным концом первого каната, затем — под рабочей ветвью первого каната и над левой стороной петли. Располагают свободный конец второго каната над правой стороной петли. Затягивают узел, притянув каждый конец к соответствующей рабочей ветви

Крюковым узлом Кэтспоу



Для крепления каната к крюку. Он не защемляется и развязывается сам, когда его снимают с крюка. Завязывается путем образования двух петель в канате и скручивания их (по меньшей мере на три оборота). Две скрученные петли соединяют вместе и помещают на крюк

Выбленочным узлом

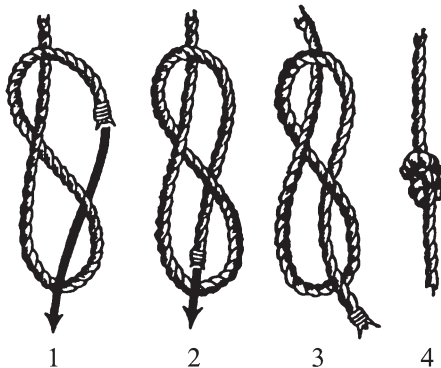


Для крепления каната на столбе или трубе. Узел завязывают путем образования одной нижней петли вокруг столба и другой верхней

Продолжение табл. 11.5

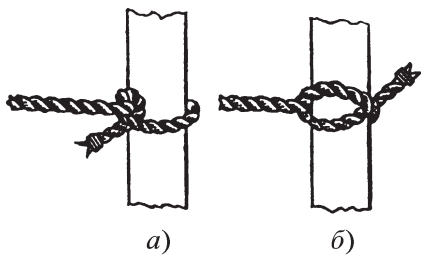
Крепление, способ изготовления и особенности применения

Узлом типа «восьмерка»



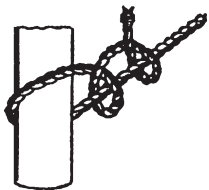
Узел завязывают у конца каната для временного предохранения от развилки прядей, а также для предупреждения проскальзывания каната через блок или проушину

Полуузел



Для прикрепления каната под прямым углом к объекту. Чтобы завязать узел, пропускают конец каната вокруг объекта и завязывают накладной узел на рабочей ветви каната. Надежен для временных креплений при постоянном натяжении (*a* — ненадежно; *б* — надежно)

Двумя узлами

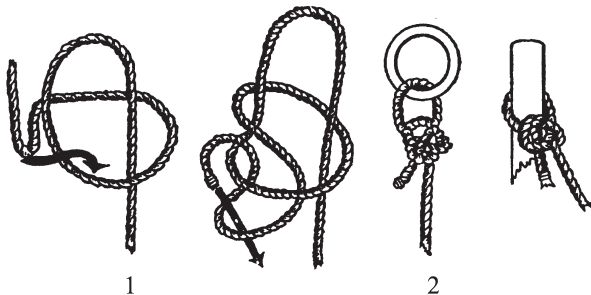


В любых условиях быстро связываются, надежны

Продолжение табл. 11.5

Крепление, способ изготовления и особенности применения

Арканом или держащим узлом



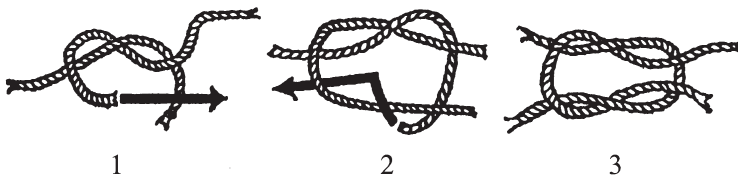
Для затягивания каната вокруг поднимаемого груза. Затягивают узел, убедившись, что последняя нахлестка сделана с петлей вблизи конца. После протягивания конца каната вверх опускают конец через эту петлю так, чтобы узел развязался

Накладным узлом



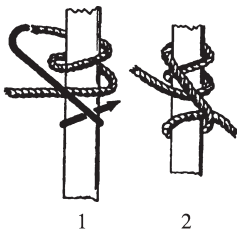
Для соединения двух канатов. Узел не проскальзывает, но имеет тенденцию к защемлению и небольшую прочность

Рифовым или квадратным узлом



Для связывания двух канатов одинакового диаметра. Узел легко развязывается и не годится для влажных или скользких канатов; должен применяться с осторожностью. Готовый узел необходимо проверить — оба его конца (рабочий и мертвый) должны выходить из петли с одной и той же стороны

Катучим узлом

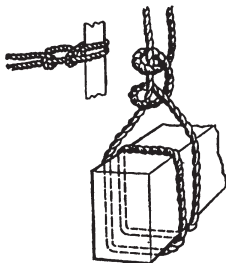


Для поднятия круглых предметов, а также крепления каната к другому канату или столбу. Узел увязывается плотно, если есть натяжение в канате, и ослабевает при отсутствии натяжения

Продолжение табл. 11.5

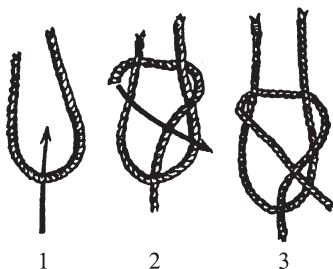
Крепление, способ изготовления и особенности применения

Витком и двумя полуузлами
(штыковым узлом)



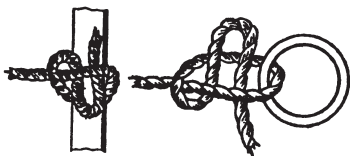
Для крепления каната к колонне или столбу. Узел легко завязывается, не защемляется и выдерживает большие нагрузки без проскальзываний

Плоской связкой



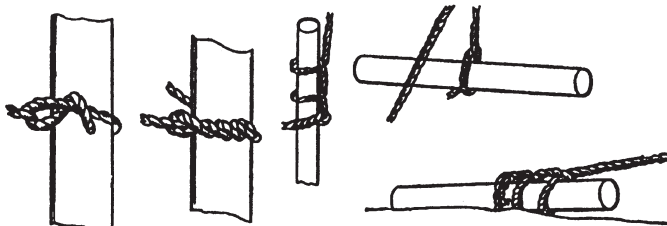
Для соединения канатов диаметром до 30 мм. Чтобы завязать этот узел, делают верхнюю петлю на конце одного каната, пропускают конец другого через эту петлю, потом конец вверх за рабочей ветвью, а затем вниз снова через петлю и плотно затягивают

Скользящим узлом
(разновидность удавки)

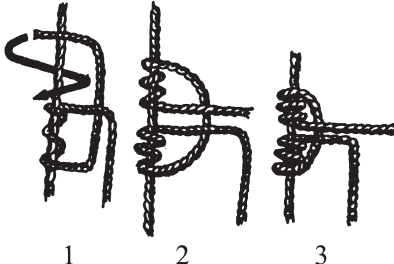
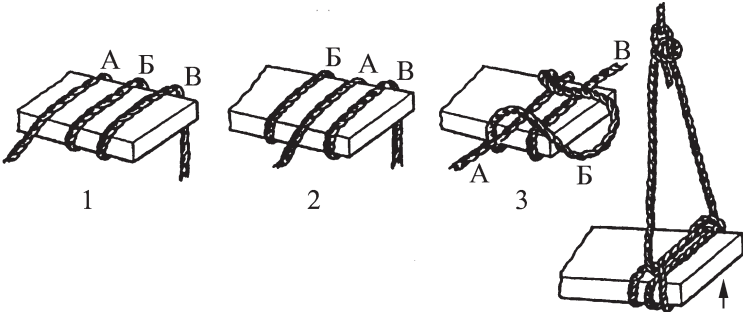


Для крепления каната к кольцам, столбам или легким грузам. Узел быстро завязывается и легко развязывается

Штыковой удавкой



Для крепления каната к столбам и подъема досок, бревен, труб в случаях, когда нагрузка на канат постоянная. При подъеме отрезка трубы или доски добавляют один или два полуузла

Крепление, способ изготовления и особенности применения	
Тройным скользящим узлом  1 2 3	Для крепления шнура пояса безопасности к рабочей ветви
Узлом для подмостей  1 2 3	
Для крепления одиночных досок подмостей (лесов) и соединительных балок при необходимости удержания их в горизонтальном положении	
Примечание. 1...4 — этапы выполнения крепления.	

Каждый отрезок каната, находящийся в эксплуатации, регистрируют в журнале учета стальных канатов такелажных средств; перед применением на новом строительстве, но не реже одного раза в год, каждый отрезок каната освидетельствуют. Канаты, эксплуатирующиеся в средних (С), жестких (Ж) или особо жестких (ОЖ) агрессивных условиях, подвергаются освидетельствованию не реже одного раза в 3 мес.

При освидетельствовании отрезка каната устанавливают допустимость его дальнейшей эксплуатации по числу обрывов наружных проволок на шаге

свивки каната и по степени их износа или коррозии; по другим браковочным признакам, указанным в Правилах устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов ПБ 10-382-00 (визуально). При этом осматривают весь отрезок каната. Результаты освидетельствования заносят в Журнал учета стальных канатов такелажных средств.

Перед отрезкой каната по обеим сторонам от намеченного места разреза канат перевязывают мягкой отоженной проволокой диаметром 1...2 мм. При этом направлении перевязки (навивки проволоки на канат) противоположно

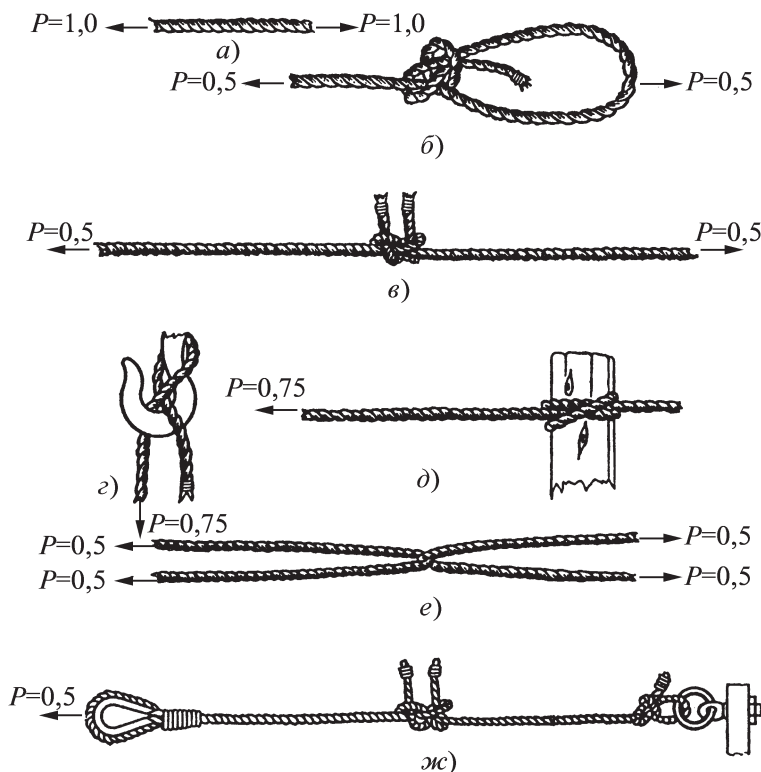


Рис. 11.1. Относительная разрывная сила канатных элементов:

а — прямого отрезка каната (1,0); *б* — узла с петлей (0,5); *в* — связки (0,5); *г* — петли на крюке (0,75); *д* — петли на стойке (0,75); *е* — соединение с перегибом (0,5); *ж* — с узлами и связками (0,5)

направлению свивки каната. Расстояние между перевязками три-четыре диаметра каната, а длина каждой перевязки — не менее 1,5 диаметра каната. Канаты отрезают с помощью дисковых пил трения, армированных абразивных кругов или специальных устройств, сварочной дугой и рубят зубилом (при диаметре каната не более 16 мм).

Канаты, находящиеся в эксплуатации, смазывают не реже одного раза в год. Для этого рекомендуется применять смазку типа «Торсиол», но перед смазыванием их следует очистить от старой смазки, грязи и следов коррозии. Канат очищают механическими или ручными щетками или с использованием специ-

альных установок и протирают обтирочными материалами, смоченными в бензине. Очищенные канаты смазывают при перемотке с одной катушки на другую в ванне, заполненной канатной смазкой, подогретой до температуры 60 °С, или с помощью специальных устройств, стандов.

Выбор, расчет и браковка стальных канатов. Для оснастки монтажных лебедок, полиспастов, витых и полотенчатых стропов применяют стальной канат двойной свивки типа ЛК-РО конструкции 6 × 36 + 1 о.с. по ГОСТ 7668–80 (табл. 11.6).

Для изготовления одно- и многоветевых, не регулируемых по длине под

11.6. Канат двойной свивки типа ЛК-РО конструкции $6 \times 36 (1 + 7 + 7/7 + 14) + 1$ о.с.

Диаметр каната, мм	Масса смазанного каната, кг	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм ²)		
		1770 (180)	1860 (190)	1950 (200)
		Разрывная сила каната в целом, кН, не менее		
6,7	176,0	25,7	26,8	27,6
7,1	199,0	29,1	30,35	31,55
8,1	253,5	37,05	38,65	39,85
9,7	383,5	56,1	58,5	60,3
11,5	513,0	75,1	78,3	80,7
13,5	696,5	101,5	106,0	109,0
15,0	812,0	116,5	122,5	128,0
18,0	1245,0	175,5	186,5	190,5
20,0	1520,0	215,0	229,0	233,5
22,0	1830,0	258,5	275,0	280,5
23,5	2130,0	304,0	321,0	338,0
27,0	2800,0	396,5	422,0	430,5
29,0	3215,0	454,5	484,0	493,5
31,0	3655,0	517,0	550,5	561,5
33,0	4155,0	588,0	626,5	638,5
34,5	4550,0	644,5	686,0	700,0
36,6	4965,0	703,5	748,5	764,0
39,5	6080,0	861,0	917,0	935,0
42,0	6750,0	955,5	1010	1030
43,0	7120,0	1005	1060	1080
44,5	7770,0	1095	1165	1185
46,5	8400,0	1180	1260	1280
50,5	9940,0	1400	1490	1510
56,0	12 050,0	1715	—	—
58,5	13 000,0	1790		
60,5	14 250,0	1970		
65,0	16 100,0	2210		
68,0	17 700,0	2430		
72,0	19 800,0	2745		

нагрузкой расчалок, оттяжек и тяг используют стальные канаты двойной свивки типа ЛК-РО конструкции

$6 \times 36 + 1$ м.с. по ГОСТ 7669–80 (табл. 11.7) и типа ЛК-Р конструкции $6 \times 19 + 1$ о.с. по ГОСТ 2688–80.

11.7. Канат двойной свивки типа ЛК-РО конструкции $6 \times 36 (1 + 7/7 + 14) + 7 \times 7 (1 + 6)$

Диаметр, мм	Масса 1000 м каната, кг	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм ²)		
		1764 (180)	1862 (190)	1960 (200)
		Разрывная сила каната в целом, кН, не менее		
5,9	145,0	21,6	22,9	23,35
6,4	183,0	27,15	28,95	29,45
7,2	212,0	31,55	33,5	34,15
8,6	328,0	48,85	51,3	52,75
10,5	482,0	71,8	75,8	77,4
13,0	733,0	108,5	115,5	118,5
14,5	906,0	130,0	138,5	141,5
16,0	1145,0	165,0	175,0	178,5
17,5	1360,0	196,0	209,0	213,0
19,5	1630,0	242,5	258,0	263,0
21,0	1950,0	289,5	307,0	313,5
23,0	2290,0	341,0	362,0	368,5
25,0	2660,0	396,0	417,5	429,0
28,0	3395,0	506,5	538,0	547,5
30,0	3890,0	579,0	615,0	627,0
32,5	4445,0	661,5	703,0	716,0
35,5	5290,0	787,5	835,0	852,5
36,5	5895,0	877,5	930,0	950,0
39,0	6530,0	972,5	1025	1045
42,0	7965,0	1140	1215	1235
45,5	9045,0	1340	1425	1455
49,0	10 600,0	1575	1640	1705
52,0	11 850,0	1765	1840	1905

Окончание табл. 10.7

Диаметр, мм	Масса 1000 м каната, кг	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм ²)		
		1764 (180)	1862 (190)	1960 (200)
		Разрывная сила каната в целом, кН, не менее		
57,0	13 900,0	2000		
60,5	15 240,0	2205		
61,5	16 250,0	2350		
64,0	17 148,0	2530	—	—
68,0	18 775,0	2775		
72,0	21 125,0	3125		

Минимально допустимый диаметр стального проволочного каната, служащего для такелажной оснастки, выбирают по расчетной разрывной силе

$$R_p \geq SK_3,$$

где S — наибольшая растягивающая сила в ветви или витке каната (для полиспастов с учетом их КПД и наибольшей неравномерности при совместной работе двух полиспастов и более), Н; K_3 — коэффициент запаса прочности.

Разрывная сила R каната в целом, выбранного по табл. 11.6 и 11.7, или сила R_d , выбранная по сертификату, должна быть не меньше расчетной силы R_p .

Значение K_3 канатов монтажных лебедок и полиспастов принимают в зависимости от соотношения D/d диаметров канатного блока, измеренного по дну канавки, или барабана лебедки D и каната d :

D/d	K_3 , не менее
12...15	3,5
Св. 15	3,0

Значение K_3 канатов расчалок, оттяжек и тяг, не регулируемых по длине под нагрузкой, не менее 2,5 при соотношении диаметров: захватного устройства

цилиндрической формы без коуша D_1 и каната d , равном $D_1/d \geq 4$, а также захватного устройства двойной кривизны (типа коуша) D_2 и каната, составляющем $D_2/d \geq 3,5$.

Соотношение диаметров D/d уравнительных (отводных) канатных блоков для многоветвевых, не регулируемых по длине под нагрузкой расчалок не менее 10.

Значение K_3 канатов диаметром d_c для витых стропов (рис. 11.2) не менее 4,5 при соотношении диаметров захватного устройства двойной кривизны (типа коуша) и стропа $D_0/d \geq 2$.

Значение K_3 канатов полотенчатых стропов, уложенных в один слой, не менее 5,0 при соотношении диаметров $D_0/d \geq 4$ и отсутствии перекосов.

При угле перекоса между поверхностями захватного устройства и перемещаемого оборудования до 10° и $D_0/d \geq 4$, а также при многослойной укладке стропа коэффициент прочности $K_3 \geq 6,0$.

Канаты монтажных лебедок и полиспастов бракуют по нормам, приведенным в табл. 11.8, а канаты расчалок, оттяжек и тяг — по нормам, указанным в табл. 11.9.

Канаты витых и полотенчатых стропов бракуют в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуата-

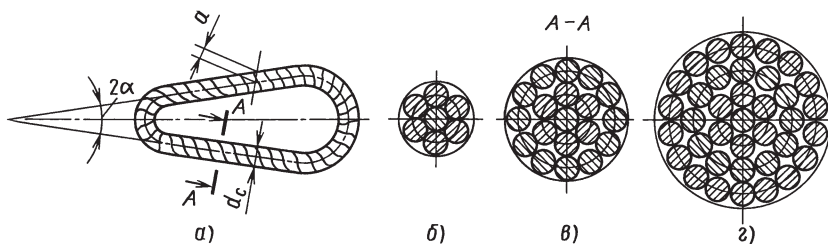


Рис. 11.2. Витой строп (а) и его поперечное сечение из 7 (б), 19 (в) и 37 витков (з);

α — угол конусности витого стропа

11.8. Нормы браковки каната монтажных лебедок и полиспастов

K_3	Число обрывов проволок на шаге свивки	Допустимое уменьшение диаметра проволок вследствие износа или коррозии, %	K_3	Число обрывов проволок на шаге свивки	Допустимое уменьшение диаметра проволок вследствие износа или коррозии, %
3,0	4	5	3,5	5	
	3	10		4	10
	2	15		3	15
	1	20		2	20
	0	25		1	25
				0	30

11.9. Нормы браковки каната расчалок, оттяжек и тяг

Тип и конструкция каната	Число обрывов проволок на шаге свивки	Допустимое уменьшение диаметра проволок вследствие износа или коррозии, %
ЛК-РО $6 \times 36 + 7 \times 7$ по ГОСТ 7669–80	22	10
	15	
	6	20
	0	25
ЛК-Р $6 \times 19 + 1$ о.с. по ГОСТ 2688–80	11	8
	8	10
	0	15

ции грузоподъемных кранов Госгортехнадзора России — ПБ 10-382-00.

Стальные проволоочные канаты таке-
лажной оснастки также бракуют при:

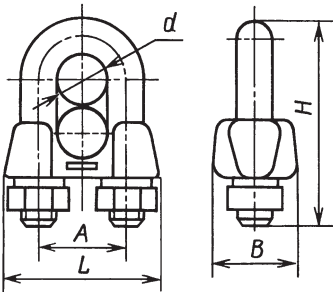
- обрыве пряди каната;
- выходе металлического или пен-
кового сердечника или прядей внутрен-
него слоя многослойного каната на по-
верхность каната;
- появлении плоских участков,
местного увеличения или уменьшения
диаметра каната, волнистости, при ко-
торой ось каната принимает спираль-
ную форму;
- образовании петель, заломов и
перекручиваний;
- выгорании сердечника и измене-
нии цвета проволок каната.

Соединения стальных канатов. Разли-
чают разъемные и неразъемные соедине-
ния петли канатов. К разъемным относят
соединения, выполняемые с использо-
ванием рожковых, клиновых, коушных,
волновых и рычажных эксцентриковых
зажимов в виде профильных вкладышей,
а также соединительных звеньев. Разь-
емные соединения применяют при креп-
лении неподвижной канатной ветви по-
лиспаста, расчалок, оттяжек, тяг, поло-
тенчатых и других стропов при их одно-
кратном использовании.

В практике монтажных работ наи-
большее распространение получили
рожковые зажимы (табл. 11.10).

При креплении петли неподвижной
ветви каната полиспаста рожковыми за-

11.10. Рожковые зажимы

	Диаметр каната d , мм	Масса зажима, кг	Размеры зажима, мм			
			A	B	L	H
	От 4 до 6	0,04	13	16	26	30
	Св. 6 » 8	0,09	17	20	34	40
	» 8 » 10	0,15	22	22	42	50
	» 10 » 13	0,23	26	26	50	55
	» 13 » 16	0,29	30	28	54	65
	» 16 » 19	0,52	36	34	66	80
	» 19 » 22	0,62	40	36	70	86
	» 22 » 25	1,02	48	40	82	100
	» 25 » 28	1,17	50	42	86	110
	» 28 » 32	1,87	58	46	100	125
	» 32 » 36	2,10	62	48	104	135
	» 36 » 40	3,58	72	60	126	155
	» 40 » 45	4,12	78	62	132	165
	» 45 » 50	4,49	82	64	136	180
	» 50 » 56	6,42	94	70	160	205
	» 56 » 63	6,51	102	76	168	220

жимами дужка последних должна располагаться со стороны короткого конца петель каната. Для крепления петель канатов диаметром (мм) до 16 число зажимов должно быть три, до 25 — четыре, до 40 — пять и до 63 — шесть. Расстояния между зажимами и длина свободного конца каната зажима должны быть не менее шести его диаметров.

Нормальной затяжкой гаек зажимов считается такая, при которой диаметр каната, находящегося в зажиме, уменьшается на $1/3$ его первоначальной величины. Момент затяжки при контроле динамометрическим ключом следует принимать по табл. 11.11.

Перед установкой зажима необходимо смазать резьбу скобы и рабочие торцовые поверхности гаек пластичным смазочным материалом. Для контроля прочности соединения двух ветвей стальных канатов в процессе эксплуатации на конце соединяемых ветвей рекомендуется ставить дополнительный зажим с образованием петли. Куски каната соединяют между собой с помощью звена, состоящего из двух пластин и двух осей (рис. 11.3). Для предохранения петель канатов от резких перегибов и перетирания применяют коуши, размеры которых установлены ГОСТ 2224–93 (рис. 11.4).

11.11. Момент затяжки гаек рожковых зажимов в зависимости от диаметра канатов

Диаметр каната, мм, до	Момент затяжки, Н · м	Диаметр каната, мм, до	Момент затяжки, Н · м
6	0,3	28	12,5
8	1	36	20
10	3	50	33
16	5,5	63	45
22	8		

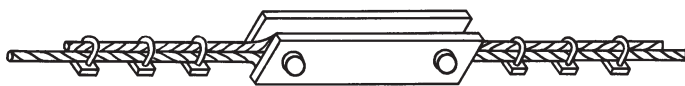


Рис. 11.3. Узел соединения канатов

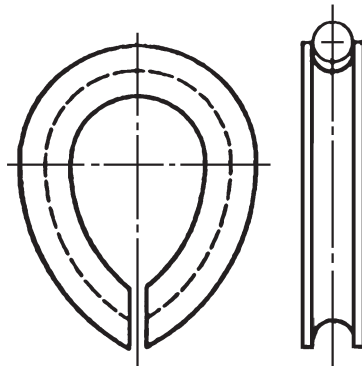


Рис. 11.4. Коуш

К неразъемным относят соединения, выполняемые гильзоклиновым и втулочным способами, а также сплеткой. Их применяют в основном для изготовления стропов. Гильзоклиновое соединение осуществляют с образованием петли под коуш и без него. При сплетении концов каната необходимо использовать технологию в соответствии с ОСТ 24-090.50-79.

Стропы из стальных канатов применяют для подъема грузов кранами и та-

келажными приспособлениями, мачтами, порталами, шеврами, монтажными балками и др.

Стропы многократного использования относят к инвентарным, а однократного — к неинвентарным.

Стропы, применяемые для подъема груза кранами, рассчитывают и эксплуатируют в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. С кранами используют инвентарные стропы, которые

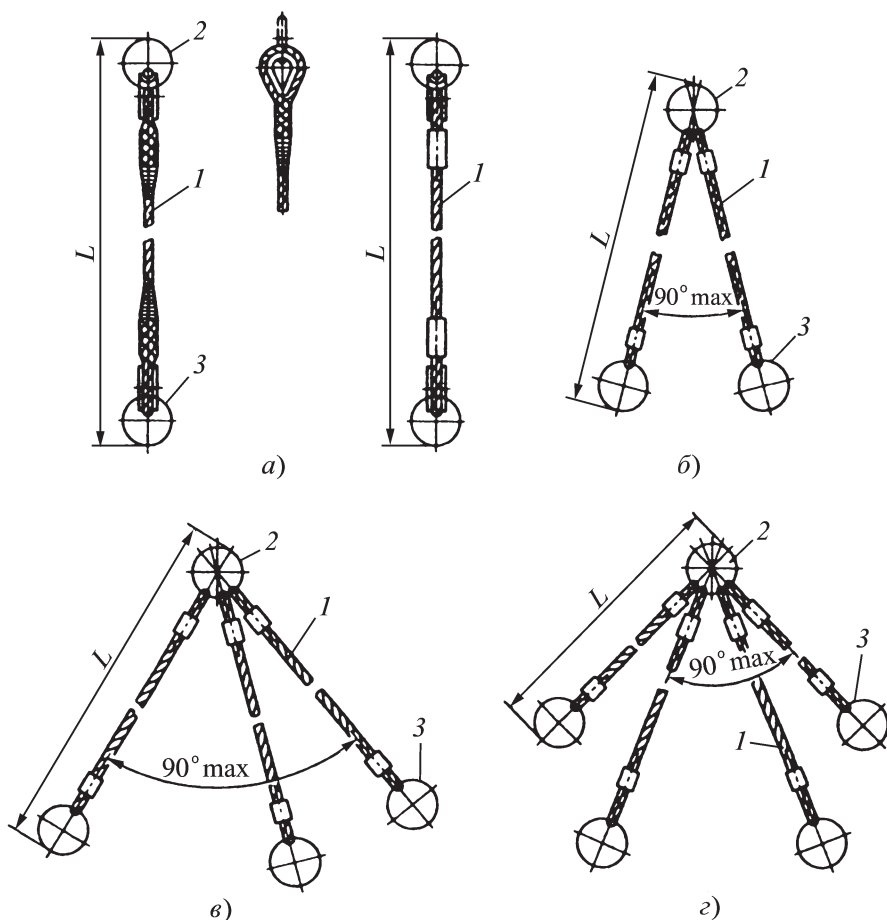


Рис. 11.5. Инвентарные стропы типа:

a — 1СК; *б* — 2СК; *в* — 3СК; *г* — 4СК; 1 — канатная ветвь; 2 — подвеска; 3 — строповое устройство (крюк или кольцо)

изготавливают шести типов: 1СК, 2СК, 3СК, 4СК, СКП и СКК из стальных канатов — и аналогичные стропы из синтетических тканых материалов (полиэфира, полиамида, пролипропилена).

Конструкции и основные параметры канатных стропов СК приведены на рис. 11.5 и в табл. 11.12.

Одноветевой строп типа 1СК состоит из двух звеньев: канатной ветви ВК и грузового крюка К, грузовой крюк — из чалочного крюка К_ч и предохранительного замка З_п.

Двух- (2СК), трех- (3СК) и четырех-ветвевые (4СК) грузовые канатные стропы имеют подвеску П, которая содержит скобу. Петли стропов предохранены от выпадания ограничителем О и планкой Пл.

Универсальный строп типа СКП представляет собой одноветевой строп без коушей и крюка, а строп СКК — кольцевой элемент, концы каната которого соединены между собой. Конструкция и основные параметры универсальных стропов приведены в табл. 11.13.

11.12. Параметры инвентарных стропов с канатными ветвями

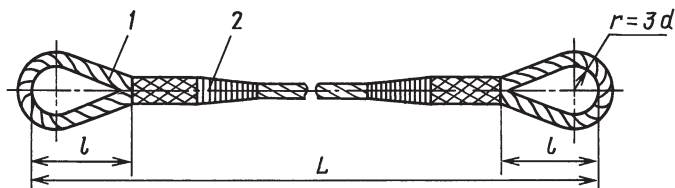
Тип стропа			
1СК		2СК	
Q^* , т	L , мм	Q^* , т	L , мм
0,32; 0,4	900...5000	0,4; 0,5	900...5000
0,5; 0,63	1100...10 000	0,63; 0,8	1100...10 000
0,8; 1; 1,25	1100...15 000	1; 1,25; 1,6	1100...15 000
1,6; 2; 2,5	1400...16 000	2; 2,5; 3,2	1400...16 000
3,2; 4,5	1500...20 000	4; 5; 6,3	1500...20 000
6,3; 8; 10; 12,5	2000...20 000	8; 10; 12,5; 16	2000...20 000

Тип стропа			
3СК		4СК	
Q^* , т	L , мм	Q^* , т	L , мм
0,63; 0,8	900...5000	0,63; 0,8; 1,0	900...5000
1,0; 1,25	1200...10 000	1,25; 1,6	1200...10 200
1,6; 2; 2,5	1200...15 000	2; 2,5; 3,2	1300...15 000
3,2; 4; 5,0	1600...16 000	4; 5; 6,3	1600...16 000
6,3; 8; 10	1700...20 000	8; 10; 12,5	1800...20 000
12,5; 16; 20	2200...20 000	16; 20; 25; 32	2500...25 000

* Q — грузоподъемность стропа.

11.13. Параметры универсальных стропов СКП и СКК

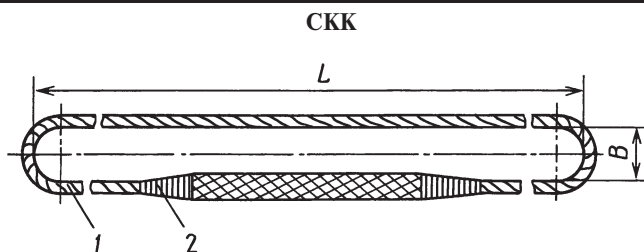
СКП



1 — канат; 2 — узел соединения

Обозначение стропы	Q , т	L , мм	l , мм	Обозначение стропы	Q , т	L , мм	l , мм
СКП-0,32	0,22	1000...15 000	240	СКП-2,25	1,6	3000...25 000	400
СКП-0,36	0,25			СКП-2,5	1,8		
СКП-0,40	0,28			СКП-2,8	2,00		
СКП-0,45	0,32			СКП-3,2	2,3		
СКП-0,50	0,35			СКП-3,6	2,55		
СКП-0,56	0,40			СКП-4,0	2,8		
СКП-0,63	0,45			СКП-4,5	3,2		
СКП-0,70	0,50	2000...20 000	320	СКП-5,0	3,55	4000...30 000	500
СКП-0,80	0,56			СКП-5,6	4,0		
СКП-0,9	0,63			СКП-6,3	4,45		
СКП-1,0	0,70			СКП-7,0	5,0		
СКП-1,1	0,78			СКП-8,0	5,65		
СКП-1,25	0,88			СКП-9,0	6,36		
СКП-1,4	1,00			СКП-10,0	7,10		
СКП-1,6	1,10			СКП-11,0	7,80		
СКП-1,8	1,30			СКП-12,5	8,5		
СКП-2,0	1,4						

Окончание табл. 11.13



1 — канат; 2 — узел соединения

Обозначение стропа	Q^* , т	B , мм	L , мм	Обозначение стропа	Q , т	B , мм	L , мм
СКК-0,32	0,22	50	800...30 000	СКК-0,7	0,5	50	800...30 000
СКК-0,36	0,25			СКК-0,8	0,56		
СКК-0,4	0,28			СКК-0,9	0,63		
СКК-0,45	0,32			СКК-1,0	0,70		
СКК-0,5	0,35			СКК-1,1	0,78		
СКК-0,56	0,40			СКК-1,25	0,88		
СКК-0,63	0,45			СКК-1,4	1,00		
СКК-1,6	1,10	150	1500...30 000	СКК-5,0	3,55	200	2000...30 000
СКК-1,8	1,3			СКК-5,6	4,0		
СКК-2,0	1,4			СКК-6,3	4,45		
СКК-2,25	1,6			СКК-7,0	5,00	150	1500...30 000
СКК-2,5	1,8			СКК-8,0	5,65		
СКК-2,8	2,00			СКК-9,0	6,36		
СКК-3,2	2,3	200	2000...30 000	СКК-10,0	7,10	150	1500...30 000
СКК-3,6	2,55			СКК-11,0	7,8		
СКК-4,0	2,80			СКК-12,5	8,5		
СКК-4,5	3,20			СКК-14,0	9,9	250	2000...30 000
				СКК-16,0	11,3		

* Q — грузоподъемность стропа в случае строповки груза под углом 90° .

С такелажными средствами используют в основном витые (инвентарные) и полотенчатые (неинвентарные) стропы (рис. 11.6).

При подборе стропов по грузоподъемности учитывают угол между их ветвями, который зависит от способа строповки груза.

При подъеме и перемещении грузов многоветвевыми стропами необходимо учитывать возможное неравномерное нагружение ветвей стропы введением коэффициента неравномерности: $K_n = 1$ при двух ветвях; $K_n = 0,75$ при трех ветвях и более.

Для расстроповки перемещаемого груза на высоте при монтажных работах применяются стропы с дистанционной расстроповкой, в частности штырево-строповые захваты (рис. 11.7). В этих за-

хватах для строповки груза используется кольцевой канатный строп со штыревыми устройствами (замком). Замок представляет собой каркас, в котором закреплены валик и подвижный штырь. После установки груза на проектную отметку и ослабления стропы штырь выдергивается и захват освобождается.

Регулирование силы натяжения вант (расчалок) из стальных канатов осуществляют талрепами (рис. 11.8), а также винтовыми стяжками. Талрепы изготовляют трех типов: ОШ, ОС и ЗС — соответственно с открытой штампованной, открытой сварной и закрытой сварной муфтами.

Талрепы типа ОШ выпускают на допускаемые силы нагружения 1...25 кН из углеродистой и низкомагнитной стали шести исполнений; талрепы ОС — на силы нагружения 2...200 кН из угле-

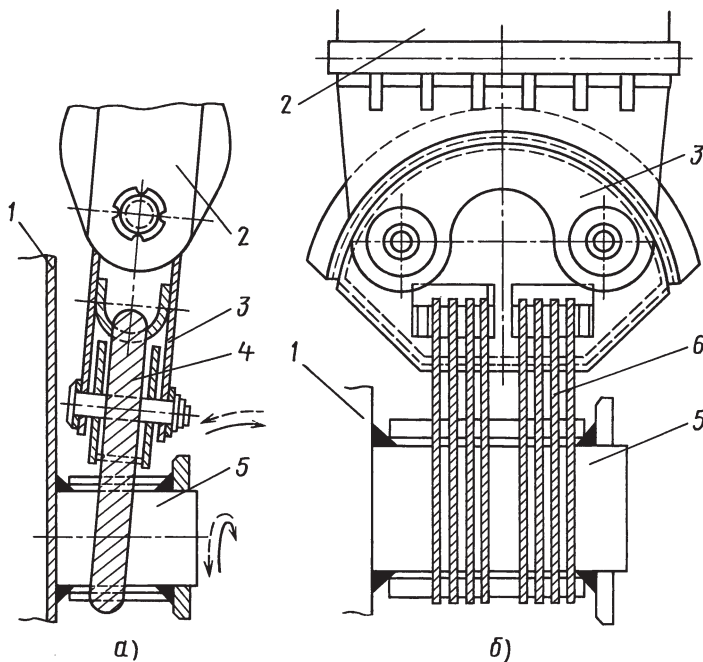


Рис. 11.6. Схемы строповки специальными стропами:

а — витым; *б* — полотенчатым; 1 — корпус аппарата; 2 — монтажный блок (блочная обойма); 3 — комбинированная грузовая серьга; 4 — витой строп; 5 — монтажный штуцер; 6 — полотенчатый строп

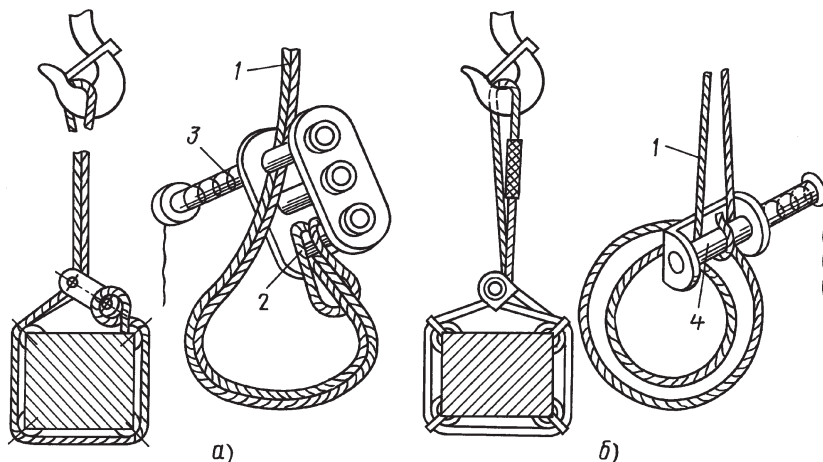


Рис. 11.7. Штырево-строповые грузозахваты:

а — отдельным штыревым устройством; *б* — с совмещенным закрывающим валиком и штыревым устройством: 1 — строп; 2 — закрывающий валик; 3 и 4 — штыревые устройства

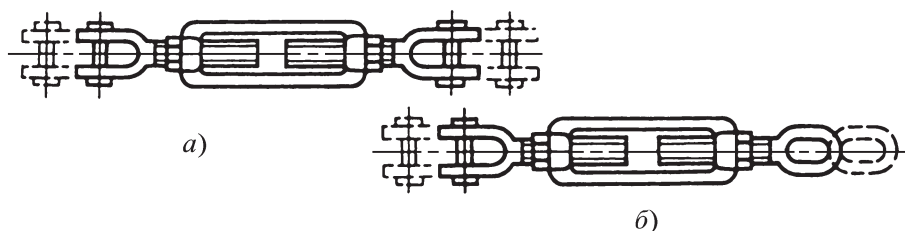


Рис. 11.8. Талрепы:

а — с двумя вилками; *б* — с вилкой и ушком

родистой и низкомагнитных сталей; талрепы ЗС — на силы нагружения 1...16 кН из углеродистых сталей двух исполнений.

11.2. Блоки и полиспасты

Блоки. Отводные блоки и блочные обоймы применяют для оснащения такелажных средств (мачт, порталов, шевров, гидроподъемников и др.), а также при подъеме и перемещении грузов с помощью монтажных лебедок, кранов и других грузоподъемных средств. Отводные блоки используют для изменения направления движения каната, в том числе

и в полиспастных системах, с применением одного или двух канатных блоков. Для удобства оснастки блоков канатом (рис. 11.9) их выполняют с откидной щекой, съемной серьгой или крюком. Тяговая сила блока равна $2S_6$, где S_6 — сила в ветви, набегающей на барабан лебедки.

Монтажные блоки и обоймы в зависимости от конструкции и назначения подразделяют на БМ — блоки монтажные (отводные), ОБМ — обоймы блочные монтажные (полиспастные). Основные параметры блоков БМ и обойм ОБМ приведены в табл. 11.14. Пример исполнения монтажных блочных обойм с тяговой силой 6300 кН приведен на рис. 11.10.

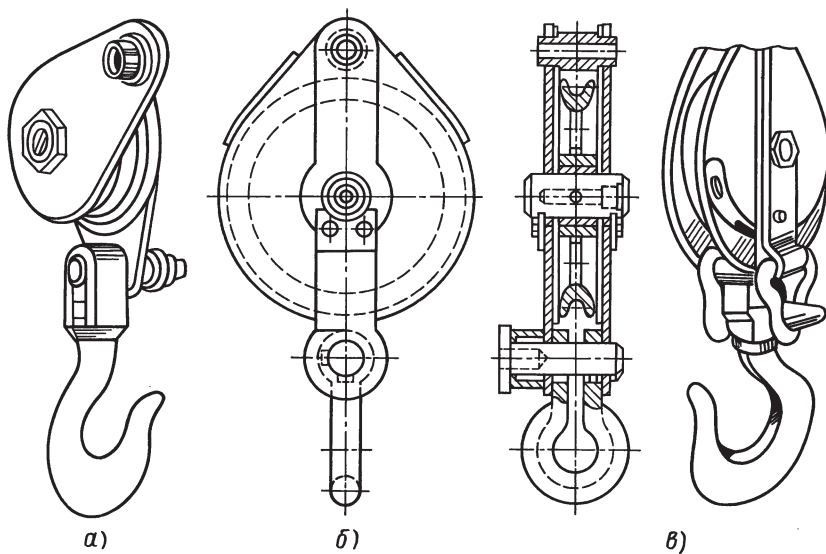


Рис. 11.9. Отводные блоки:

a — с откидной шейкой; *б* — со съемной серьгой; *в* — со съемным крюком

11.14. Основные характеристики блоков БМ и обойм ОБМ

Обозначение блоков и обойм	Наибольшая тяговая сила, кН (тс), не менее	Число блоков	Диаметр блока по дну канавки, мм	Максимальный диаметр d каната, мм
БМ 1,6-1	16 (1,6)	1	125	8,1
БМ 3,2-1	32 (3,2)		165	13,5
БМ 5-1	50 (5)		200	16,5
ОБМ 10-2	100 (10)	2		
ОБМ 16-3	160 (16)	3		
БМ 10-1	100 (10)	1	270	22
ОБМ 32-4	320 (32)	4		
ОБМ 50-5	500 (50)	5		
БМ 16-1	160 (16)	1	330	
ОБМ 63-5	630 (63)	5		
ОБМ 80-6	800 (80)	6		

Окончание табл. 11.14

Обозначение блоков и обойм	Наибольшая тяговая сила, кН (тс), не менее	Число блоков	Диаметр блока по дну канавки, мм	Максимальный диаметр d каната, мм
ВМ 25-1	250 (25)	1	405	27
ОБМ 100-5	1000 (100)	5		
ОБМ 160-8	1600 (160)	8		
ОБМ 200-10	2000 (200)	10		
БМ 32-1	320 (32)	1	465	31
ОБМ 320-12	3200 (320)	12		
БМ 63-1	630 (63)	1	630	42
ОБМ 400-8	4000 (400)	8		
ОБМ 630-13	6300 (630)	13		

При монтажных работах широко применяется также значительное число отводных блоков и блочных обойм, изготовленных по техническим условиям.

Отводные блоки выбирают по тяговой силе T_6 в зависимости от сил S_1 и S_2 в ветвях каната, огибающего канатный блок, и угла между ветвями. Обычно при расчетах принимают, что силы в ветвях равны $S_1 = S_2 = S_3$, а угол между ветвями учитывают коэффициентом e .

блока так, чтобы его тяговая сила была не меньше расчетной. Это блок БМ 5.

Монтажные полиспасты. Полиспаст — это система (устройство), состоящая из подвижной (нижней) и неподвижной (верхней) блочных обойм, соединенных между собой гибким элементом (канатом, цепью и т.д.). Такое соединение называют *запасовкой* полиспаста.

Полиспасты обеспечивают выигрыш в силе или скорости. На монтажных ра-

Угол между ветвями, °

Коэффициент e

30	45	60	90	120
1,93	1,85	1,73	1,41	1,00

Если ветви каната, огибающие канатный блок отводного блока, параллельны между собой, то принимают $e = 2$.

Пример выбора отводного блока. Сила в одной из ветвей, огибающей канатный блок, составляет 17 кН, а угол между ветвями $\sim 70^\circ$. Принимают наибольшее значение $e = 1,73$. Требуемая тяговая сила будет равна $T_6 = 17 \times 1,73 \approx 29,4$ кН. По табл. 11.14 подбирают тип отводного

ботах в основном применяют силовые полиспасты.

Различают полиспасты грузоподъемных средств (кранов, трубоукладчиков и др.) и монтажные.

Монтажные полиспасты могут быть одинарные и сдвоенные. Наибольшее применение в практике монтажных работ нашли одинарные полиспасты (рис. 11.11, а). Сдвоенные (рис. 11.11, б)

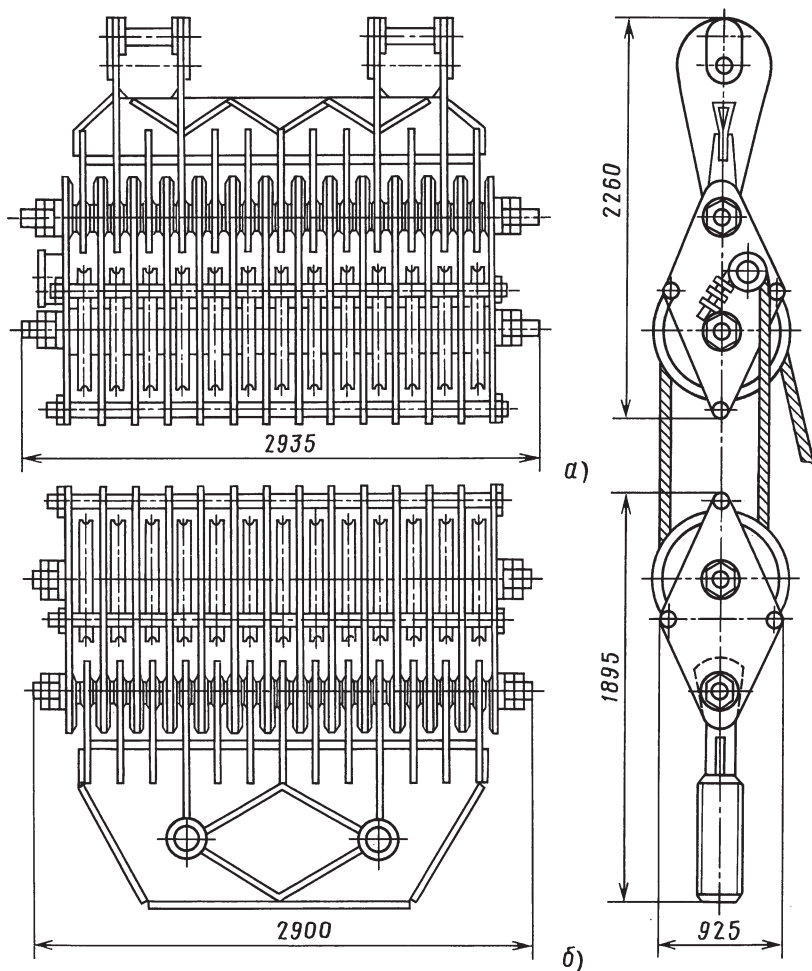


Рис. 11.10. Неподвижная (а) и подвижная (б) блочные обоймы ОБМ-630 с тяговой силой 6300 кН

применяют в особых случаях, когда по условиям монтажных работ требуется полиспастная система с уравнильным устройством, а также при недостаточности тяговой силы имеющихся в наличии лебедок и блочных обойм.

Важным параметром полиспаста является кратность m , влияющая на выбор диаметра каната, размеров канатных блоков, блочных обойм и др. Кратность полиспастов m равна отношению числа вет-

вей, на которых висит груз, к числу ветвей, наматываемых на барабан лебедки.

При монтажных работах чаще используются полиспасты, запасованные канатами двумя способами: параллельным (рис. 11.12, а) и крестовым (рис. 11.12, б).

Наибольшее применение нашел параллельный способ запасовки полиспастов. Эксплуатация полиспастов, в том числе и монтажных, сопровождается отклонением его ветвей из плоскости вра-

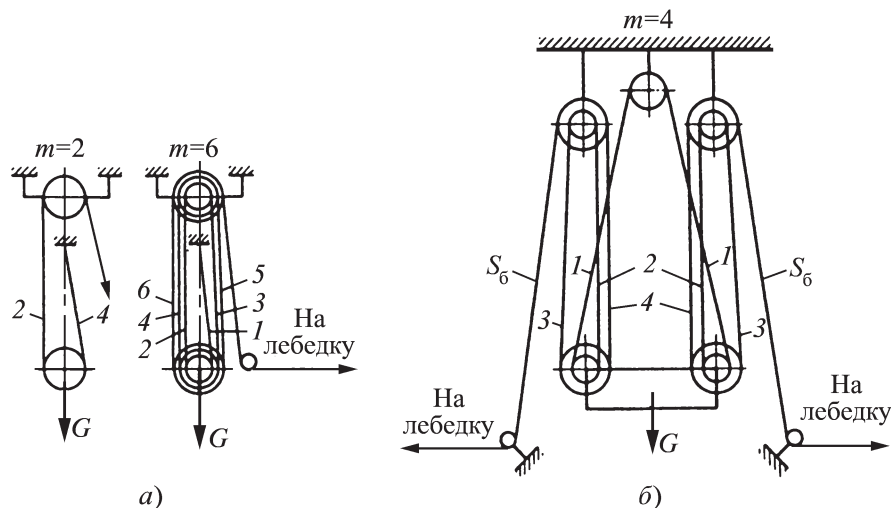


Рис. 11.11. Схемы полиспастов:

а — одинарных; б — двойных; 1...6 — грузонесущие ветви полиспаста

щения канатных блоков на некоторый угол, который не должен превышать 6° . В случае превышения указанного значения угла возможен сход ветви полиспаста с блока, а это создает аварийную ситуацию.

Тяговая сила полиспаста определяется наименьшей из тяговых сил двух блочных обойм, входящих в полиспастную систему. Поэтому блочные обоймы выбирают по требуемой тяговой силе T_y . При вертикальном подвесе полиспаста ее рассчитывают следующим образом: $T_y = \text{вес груза или расчетная сила на полиспаст} + \text{вес строповых устройств} + \text{вес нижней (подвижной) обоймы} + \text{вес каната, запасованного в полиспаст} + \text{сила в ветви, сбегаящей на барабан лебедки с верхней (неподвижной) обоймы}$.

Наибольшая нагрузка действует на неподвижную верхнюю блочную обойму. Когда ветвь, сбегаящая на барабан лебедки, сходит с подвижной нижней обоймы, при расчете T_y ее сила не учитывается. При горизонтальном полиспасте $T_y = G$, где G — вес груза, или расчетная сила на полиспаст.

При наклонном подвесе полиспаста $T_y = (\text{вес груза} + \text{вес строповых устройств} + \text{вес нижней обоймы} + \text{вес каната} + \text{сила в ветви, сбегаящей на барабан лебедки с верхней обоймы}) \times \text{на косинус угла между продольной осью полиспаста и вертикалью}$.

При расчете и проектировании блочных обойм, предназначенных только для монтажных полиспастов, дополнительные нагрузки (вес строповых устройств, вес нижней обоймы и др.) уже учтены. В таком случае требуемую тяговую силу каждой из блочных обойм выбирают по весу груза или расчетной силе на полиспаст.

Для выбора диаметра каната полиспаста при известном весе груза (тяговой силе) G , кратности полиспаста m , числе отводных блоков t , типе подшипника, на который опирается канатный блок, необходимо рассчитать максимальную силу S_6 в ветви полиспаста. В ряде случаев следует рассчитывать силу S_n в каждой ветви полиспаста. Максимальная сила S_6 возникает в ветви, сбегаящей на барабан лебедки (подвижная ветвь) при подъеме груза, и в неподвижной (мертвой) ветви

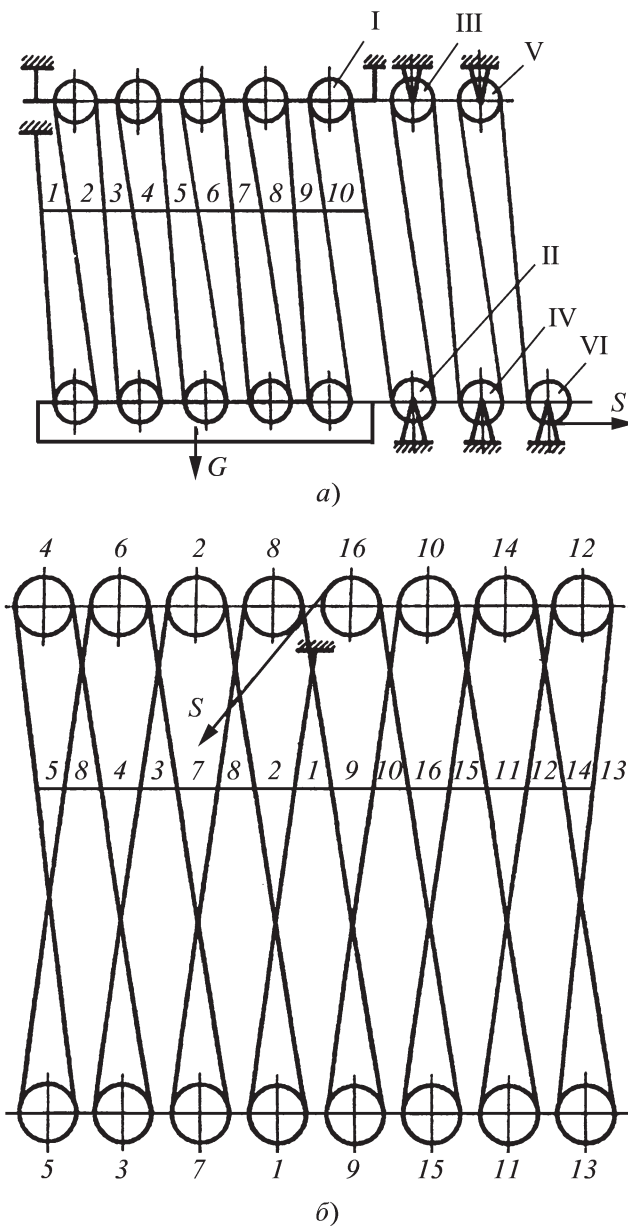


Рис. 11.12. Способы заправки полиспаста:

a — параллельный; *б* — крестовый; 1...13 — грузонесущие ветви полиспаста; I...VI — отводные блоки; S — ветвь, наматываемая на барабан лебедки; G — вес груза

при его опускании. Эти силы определяются по формулам

$$S_6 = \frac{G}{m} [1 + k(m-1+2t)];$$

$$S_n = \frac{G}{m} [1 + k(2n-m+1)],$$

где $k = 0,01$ — при опоре канатных блоков на подшипники качения; $k = 0,02$ — при опоре на подшипники скольжения; $n = 0, 1, 2, 3, \dots, m-1, m-1+t$ — номер ветви.

11.3. Монтажные лебедки и якоря

Электрические лебедки применяют для перемещения технологического оборудования и конструкций как самостоятельно, так и в паре с монтажными полиспастами, которые могут входить в ком-

плект такелажных средств (мачт, порталов, шевров и др.). Монтажные лебедки снабжены электромагнитным нормальным замкнутым тормозом, включенным в цепь электродвигателя таким образом, что при его пуске тормозные колодки освобождают тормозной диск, а при останове электродвигателя затормаживают всю систему передач.

Технические характеристики монтажных электрических лебедок приведены в табл. 11.15. Лебедки типов ЛМС и ЛМ изготавливают под канаты с коэффициентом запаса $K_3 = 3,0 \dots 3,5$.

Монтажные якоря служат для закрепления расчалок такелажных средств, блочных обойм, монтажных полиспастов, монтажных лебедок и другого такелажного оборудования и оснастки. На монтажных работах применяют яко-

11.15. Технические характеристики электрических монтажных лебедок

Тип лебедки	Тяговая сила, кН	Канатоем- кость барабана, м	Диаметр, мм		Масса лебедки, т (без каната)
			каната	барабана	
ЛМ-1-80	10	80	9,1	168	0,298
ЛМ-3,2	32	250	16,5	205	0,835
ЛМ-5М	50		22,5	377	1,2
ЛМ-5			—	420	1,65
ЛМС-8/800	80	800	22	500	4,2
ЛМ-8		350	28		2,125
ЛМ-12,5	125	800	33	750	5,65
ЛМС-12,5/1200		1200	27	800	6,6
ЛМС-16/1300	160	1300	31		
ЛМС-32/2000	320	2000	42	920	24,8

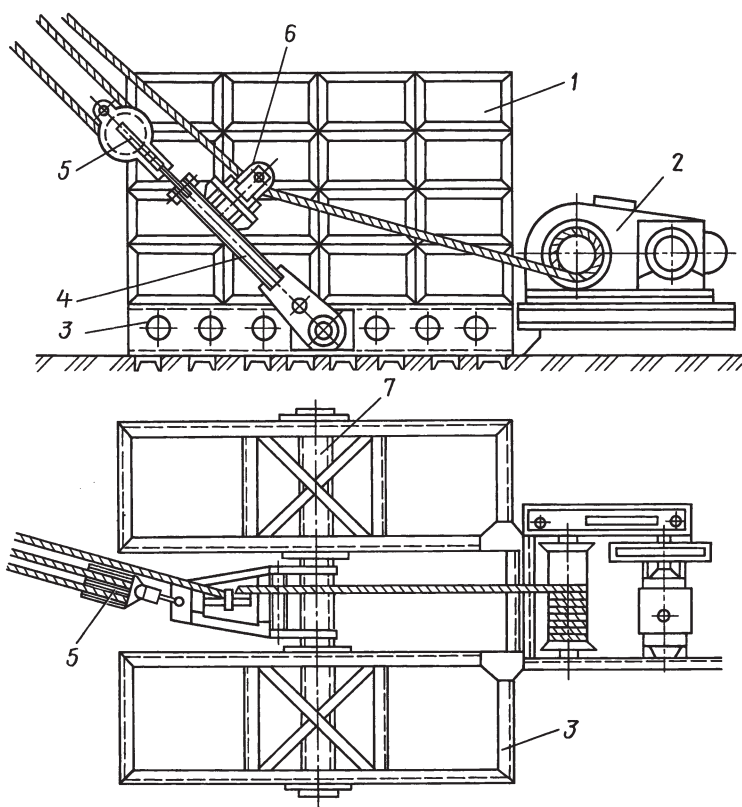


Рис. 11.13. Инвентарный наземный якорь с электролебедкой:

1 — железобетонный блок; 2 — электролебедка; 3 — решетчатая рама; 4 — тяга; 5 — блочная монтажная обойма расчалочного полиспаста; 6 — отводной блок; 7 — соединительная труба

ря следующих типов: винтовые, свайные, заглубленные (закладные), полузаглубленные и инвентарные наземные (рис. 11.13).

Винтовые и свайные якоря рассчитаны на силу до 100 кН и потому имеют ограниченное применение.

Закладные (заглубленные) якоря отличаются заглублением основной конструкции якоря в грунт. Закладную часть таких якорей выполняют из пакета бревен или труб (на силы до 300 кН) и из забетонированных решетчатых стальных конструкций (на силу более 300 кН).

Инвентарные наземные и полузаглубленные якоря нашли наибольшее применение при монтажных работах. Их собирают из железобетонных плит массой 1,5...7,5 т. Недостатком наземных якорей такого типа является зависимость их тяговой силы от состояния грунта и погодных условий. Такие якоря устанавливают на ровной поверхности, очищенной от грязи, снега, неплотного грунта и засыпанной слоем крупного песка или щебня.

Система полиспаст—лебедка часто используется для перемещения оборудования и конструкций по горизон-

тальной и наклонной поверхностям. Учитывая, что требуемая тяговая сила системы полиспаст—лебедка будет тем меньше, чем меньше сила трения, рекомендуется перемещать оборудование (конструкции) на катках или тележках. Дополнительно требуемую тяговую силу можно уменьшить путем использования деревянного настила под катками, так как коэффициент трения катков по дереву меньше, чем по земле. Применяют деревянные (дуб, клен) и металлические (обрезки стальных труб) катки, длина которых на 100...300 мм больше ширины перемещаемого груза. Расстояние между катками принимают равным 0,5...0,8 м. Тяговая сила, необходимая для перемещения груза по горизонтальной поверхности с применением саней (трение скольжения), составляет

$$T = K f G,$$

где $K = 1,5$ — коэффициент, равный отношению трения покоя к трению движения; f — коэффициент трения скольжения.

При скольжении: сталь по стали коэффициент $f = 0,15$ (0,10), сталь по дереву 0,40 (0,11); стальных полозьев по плотному снегу 0,02; дерево по дереву 0,50 (0,15) и деревянных полозьев по плотному снегу 0,035. В скобках указано значение f для смазанной поверхности.

Требуемая тяговая сила при горизонтальном перемещении груза на катках и тележках (имеет место трение качения)

$$T = KG \frac{f_1 + f_2}{d},$$

где f_1 — коэффициент трения качения между поверхностью качения и катками; f_2 — коэффициент трения между катками и грузом; d — диаметр катка.

При перемещении грузов вверх по наклонной поверхности с углом наклона β тяговая сила равна:

при трении скольжения

$$T = KG(\sin\beta + f \cos\beta);$$

при трении качения

$$T = KG \left(\sin\beta + \frac{f_1 + f_2}{d} \cos\beta \right).$$

11.4. Краны и специальные такелажные средства

При монтажных работах применяют *краны*, различающиеся по способу придания устойчивости: самоустойчивые и вантовые. Наибольшее применение нашли самоустойчивые краны, у которых устойчивость обеспечивается собственной массой и массой контргруза: стреловые самоходные краны на гусеничном, пневмоколесном ходу, краны на спецшасси, автокраны, тракторные краны и краны-трубоукладчики, железнодорожные, башенные, козловые, порталные, плавучие краны, рельсовые и др. Кранами осуществляют подъем и перемещение оборудования и конструкций всеми известными методами (с отрывом, скольжением, поворотом вокруг шарнира).

Основные технические характеристики козловых и башенных кранов приведены в табл. 11.16, монтажных рельсовых — в табл. 11.17, стреловых на гусеничном ходу — в табл. 11.18, автомобильных, на спецшасси и пневмоколесных — в табл. 11.19.

К вантовым кранам относятся мачтовые стрелочные краны, деррик-краны и др. Такие краны крепят вантами (расчалками) к якорям или вблизи расположенным конструкциям.

В случае нерациональности, невозможности, а также отсутствия крановых грузоподъемных средств для подъема и перемещения грузов применяют специальные стационарные грузоподъемные средства: мачтовые подъемники (мачты), монтажные порталные подъемники (порталы), шевры, гидropодъемники,

11.16. Технические характеристики козловых и башенных кранов

Параметр	Краны							
	козловые				башенные			
	К-305Н	К-182	К-184	КК-32	УПК 50-50	КБ-674А исполне- ния IV	БК-1000	БК-1000М
Грузоподъемность, т	30	18		32	50	25	50	60
Пролет, м	32	44						
Ширина, м	37,9	49,9			—		—	
Высота подъема, м	10,5	24		10,5	31	70	49,8	36,4
Скорость, м/с:								
подъема		0,125		0,133	0,083	0,291...1,67	0,022...0,266	0,131...0,015
опускания груза						0,02		
передвижения тележки		0,416		0,533	0,37		—	
то же, крана	0,334		0,333	1,05	0,35	0,21	0,203	0,198
Масса крана, т	60	69	80	67	118	230	298	284

11.17. Технические характеристики монтажных рельсовых кранов

Параметр	Краны					
	СКР-1500		СКУ-1500Р			
	I	II	III	IV	II	I
Максимальная грузоподъемность, т	60	50	100	75	63	50
Высота подъема, м	51,7	86,7	50	58,9	64,4	84,8
Скорость подъема, м/с:	0,005...0,148		0,011...0,148		0,007...0,089	0,009...0,112
вспомогательного	0,07...0,483		0,32...0,049			
Масса крана, т	300...350		325			
Параметр	Краны					
	СКР-2200		СКР-2600	СКР-3500		
	I	II	I	II	—	
Максимальная грузоподъемность, т	73	35	130	75	100	
Высота подъема, м	98,6	147	71,4	97,8	106,7 ...107,8	
Скорость подъема, м/с:	0,007...0,088		0,017...0,22	0,004...0,055	0,006...0,088	0,005...0,073
основного			0,043...0,325			
вспомогательного						
Масса крана, т	390		460	622		
Примечание. I–IV — исполнения кранов.						

Примечание. I–IV — исполнения кранов.

11.18. Технические характеристики стреловых самоходных кранов на гусеничном ходу

Параметр	Краны								
	МКГ-16М	МКГ-25 (РДК-25)	МКГ-25БР (СКГ-40А)	СКГ-40/63 (СКГ-40А)	ДЭК-631	СКГ- 63/100	КС-8161 (СКГ-100)	КС-8165	МКГС-100
Максимальная грузо- подъемность, т	16	25		40/63	63		100		
Высота подъема при максимальной грузо- подъемности, м	10	12	13,5	14/11,2	16,1	15,1	19,6	18,1	—
Скорость, м/с: подъема груза	0,038... 0,183	0,015...0,28	0,006...0,28	0,0066... 0,186	0,066... 0,291	0,007... 0,326	0,008... 0,22	0,002... 0,133	0,05...0,216
передвижения крана	0,277... 0,833	0,208	0,236	0,278	0,14	0,208	0,133		0,14
Масса крана с основ- ной стрелой, т	25,5	39	41,75 (с противо- весом)	60,6 (со стреловым оборудова- нием)	80,5	91,2 (со стреловым оборудова- нием)	130	128,6 (с проти- вовесом 39,4 т)	127

11.19. Технические характеристики кранов автомобильных, на спецшасси и пневмоколесных

Параметр	Краны									
	автомобильные				автомобили на спец-шасси		пневмоколесные			
	МКА-10М	МКА-16	КС-3571	КС-4571	КС-5473	КС-6471	МКП-25А	КС-5363	МКГ-14	
Грузоподъемность, т	10	16	10,2	16	25	40	25		40	
Высота подъема, м		11	8	10,6	10	10,6	14		15,5	
Скорость подъема, м/с:	0,15... 5,577	0,095... 0,548	0,003... 0,337	0,0034... 0,42	0,0033... 0,193	0,0016... 0,25	0...0,14	0,005...0,1	0,004... 0,161	
основного										
вспомогательного	—				0,6	0,0073... 0,42	0...0,275	0,005...0,5	0,024... 0,483	
телескопирования стрелы					0,2...0,43	0,1...0,2	—			
Рабочая скорость передвижения, км/ч	5		15	25	2,5	8,5	2	1,7	2,5	
Масса крана в рабочем положении, т					27,8	44	35,6	33,0	44,1	

монтажные балки и другие, работающие эпизодически, требующие сборки и разборки после подъема, перемещения и установки ограниченного числа единиц оборудования. Эти средства используют также в условиях, когда к месту монтажа не может подъехать кран или его там невозможно установить.

Монтажно-мачтовые подъемники (мачты) широко применяют для подъема различного тяжеловесного оборудования и конструкций колонного и башенного вертикального типа методами скольжения (с отрывом и без отрыва от земли). Мачты изготавливают трубчатые и решетчатые. Трубчатые мачты имеют грузоподъемность до 30 т, решетчатые — до 500 т. В поперечном сечении решетчатые мачты представляют собой квадрат, по углам которого расположены уголки. Такие мачты имеют шарнирную пятую и верхнюю поворотную головку («паук»), что позволяет поворачивать мачту вокруг ее продольной оси без перестановки расчалок и наклонять ее во время работы.

Монтажный портал — это две мачты (рис. 11.14), соединенные в верхней части жесткой металлической перекладиной (ригелем). Монтажные порталы применяют при подъеме оборудования и конструкций как вертикального типа, так и горизонтального. Оборудование вертикального типа монтируют монтажными порталами в основном методом скольжения, а также безъякорным способом — поворотом вокруг шарнира. Монтажные полиспасты крепят обычно к ригелю портала. Опоры портала имеют шарниры, что позволяет наклонять его в обе стороны от вертикальной плоскости на угол 15...20°.

Установка и демонтаж монтажных порталов — трудоемкая и сложная работа; кроме того, передвигать их по горизонтали нелегко. Преимуществом является возможность перемещения поднятого над землей оборудования (аппарата) в плоскости подъемника на большие расстояния (по сравнению с мачтами), а

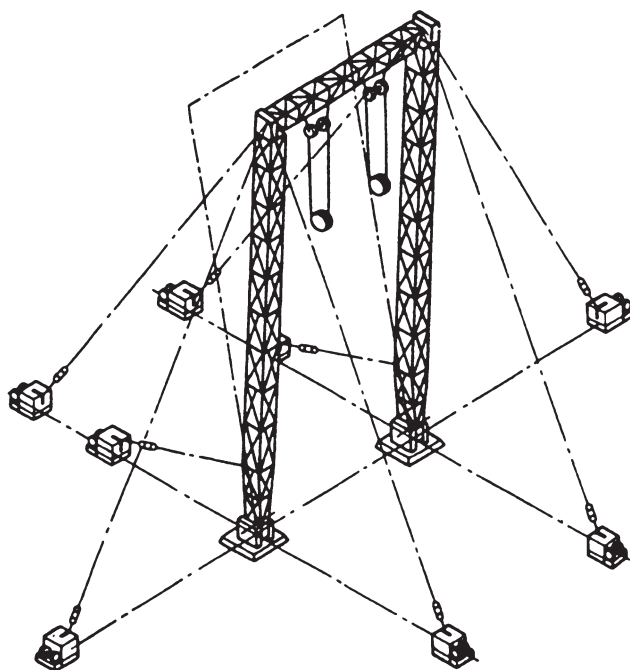
недостатком — ограничение высоты монтируемого (поднимаемого) оборудования. Иногда монтажные порталы перемещают по двум рельсовым путям. Наиболее широкое применение нашли порталные подъемники грузоподъемностью 100...330 т (табл. 11.20).

Гидравлические подъемники (гидроподъемники) применяют для подъема оборудования и конструкций поворотом вокруг шарнира. Гидроподъемник состоит из двух стоек, по которым перемещаются гидравлические подъемные механизмы.

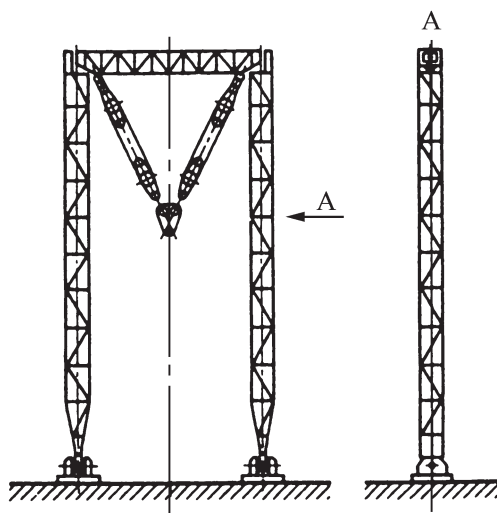
Шевры применяют при монтаже резервуаров (рис. 11.15), конструкций опор канатных дорог, аппаратов вертикального типа, линий электропередачи и других аналогичных конструкций поворотом вокруг шарнира. Стойки шевра закрепляют на шарнирах, которые устанавливают на подготовленное основание с целью предотвращения неравномерной осадки. Горизонтальное смещение опор шевра предупреждают закреплением опор канатными оттяжками в двух направлениях. Оголовок шевра имеет седловидные опоры для расположения съемного ригеля.

При монтажных работах нашли применение шевры грузоподъемностью 80...250 т с высотой подъема 25...35 м. По сравнению с мачтами А-образные шевры обладают следующими преимуществами: 1) требуемой высотой шевра, меньшей той же высоты неподвижно установленных мачт; 2) отсутствием боковых расчалок и якорей для их крепления; 3) меньшей трудоемкостью монтажа шевра; 4) отсутствием необходимости демонтажа шевра; 5) меньшими нагрузками на фундамент аппарата вследствие совмещения в одной конструкции шарнира аппарата и шарнирных опор шевра.

Подъем «падающими» шевами возможен при наличии свободного пространства для опускания шевра в процессе подъема оборудования в вертикальное положение.



а)



б)

Рис. 11.14. Портальный подъемник:

а — схема портального подъемника; б — портальный подъемник грузоподъемностью 250 т и высотой 62,2 м

11.20. Технические характеристики порталных подъемников

Грузо- подъем- ность, т	Высота, м	Пролет, м	Масса, т	Грузо- подъем- ность, т	Высота, м	Пролет, м	Масса, т
100	25...50	7...10	20,3...37,2	200	63	30	64,3
150	25...35	9...10	25,9...31,5	250	62,3	11	76,4
180	64,4	30	66,4	330	55	31	100

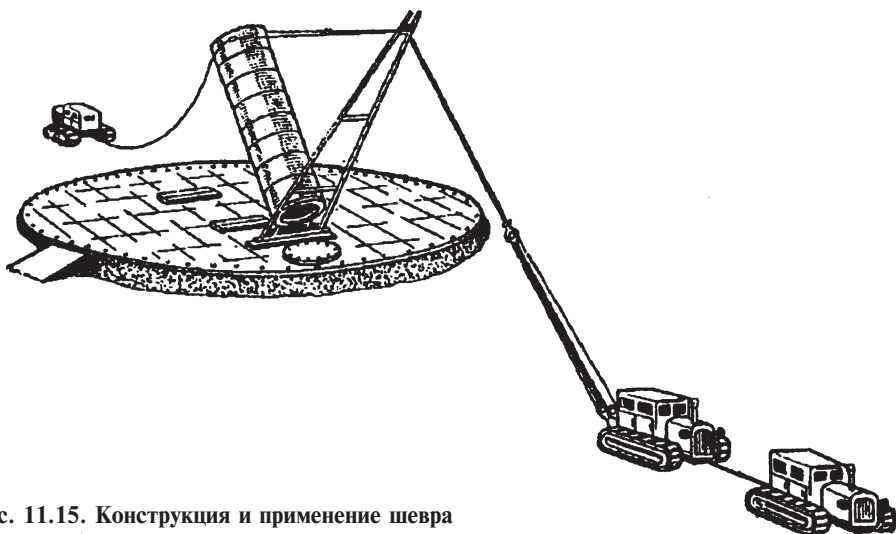


Рис. 11.15. Конструкция и применение шевра при монтаже резервуара

11.5. Тали и переносные лебедки

Тали предназначены для подъема, опускания и перемещения небольших грузов при монтаже. Применяют их тогда, когда использование крана или других подъемных средств затруднено или невозможно. Тали подразделяют на червячные, шестеренные и рычажные.

Червячная таль имеет обойму, в которой расположен механизм подъема. Последний состоит из червячного чугунного колеса, отлитого заодно с цепной звездочкой, которая тянет грузовую подъемную цепь, и червяка, приводящего во вращение червячное колесо.

Для талей применяют сварные или пластинчатые грузовые цепи. На грузовой цепи подвешен крюк для подъема груза.

Техническая характеристика червячной тали

Грузоподъемность, кг	100
Высота подъема груза, м	3
Минимальное сближение крюков, мм	375
Скорость подъема груза, м/мин	0,89
Масса, кг	22

Шестеренная таль состоит из корпуса, в котором помещаются звездочка грузовой цепи, планетарный шестеренный редуктор и дисковый тормоз. На

приводной вал насажено тяговое колесо, а на втулку с винтовой нарезкой свободно насажены звездочка грузовой цепи и храповое колесо останова. При вращении тягового колеса в сторону подъема оно смещается по винтовой нарезке, зацепляет храповое колесо и заставляет его вращаться. Движение приводного вала передается через редуктор звездочке грузовой цепи. При опускании груза тяговое колесо смещается по

винтовой втулке в обратную сторону и освобождает храповое колесо.

У шестеренных талей коэффициент полезного действия выше, чем у червячных; они обладают большей скоростью подъема груза. Основные параметры талей ручных стационарных шестеренных цепных и передвижных приведены в табл. 11.21.

Рычажные тали (табл. 11.22) состоят из силового неподвижного узла; под-

11.21. Технические характеристики ручных шестеренных цепных талей

Грузоподъем- ность, т	Тяговая сила, Н, не более	Масса тали с цепями при высоте (<i>H</i>) подъема, кг, не более			
		<i>H</i> = 3 м	<i>H</i> = 6 м	<i>H</i> = 9 м	<i>H</i> = 12 м
Стационарные тали					
0,5	220	13,5	20,0	25,5	31,5
1,0	260				
2,0	300	25,0	33,0	41,0	50,0
3,2	320	50,5	63,0	76,0	89,0
Передвижные тали					
0,5	220	20,5	26,5	32,5	38,5
1,0	260	24,0	33,0	43,0	52,5
2,0	300	41,0	52,5	64,5	76,5
3,2	320	61,5	78,0	95,0	111,5

11.22. Технические характеристики ручных рычажных талей (угол поворота рукоятки 90°)

Грузоподъемность, т	Тяговая сила на рукоятке, Н, не более	Масса тали с цепями при высоте (H) подъема, кг, не более			
		$H = 3 \text{ м}$	$H = 6 \text{ м}$	$H = 9 \text{ м}$	$H = 12 \text{ м}$
0,5	220	20,5	26,5	32,5	38,5
1,0	260	24,0	33,0	43,0	52,5
2,0	300	41,0	52,5	64,5	76,5
3,2	320	61,5	78,0	95,0	111,5

вижного узла, связанного с цепью; двух крюков и рычага (рукоятки). При работе таль подвешивают за верхний крюк. Подъем и опускание грузов осуществляют качанием рукоятки на угол 90°. Переключение для подъема (опускания) грузов выполняют фиксатором, вмонтированным в рукоятку. Свободное перемещение подвижного крюка осуществляют протягиванием (вручную) цепи через силовой узел. Тали отличаются малой массой, надежны и удобны в работе.

Переносные лебедки. Для подъема и перемещения груза при монтаже применяют *барабанные* и *рычажные* лебедки.

Строительные барабанные лебедки подразделяют на одно- и многобарабанные, по способу установки — на настенные, подвесные и наземные, по виду привода — на ручные, электрические и пневматические. По назначению лебедки классифицируют на подъемные — общего назначения и монтажные; тяговые — для перемещения грузов по горизонтали. Главным параметром лебедок является тяговая сила. Барабанные лебедки дополнительно характеризуются канатоемкостью барабана и скоростью каната.

Барабанные лебедки оборудуют останочными и тормозными механизмами для удержания груза от падения.

Ручная подвесная барабанная малогабаритная монтажная лебедка ЛР-0,25 предназначена преимущественно для механизации подъемно-транспортных операций при монтаже механизмов и оборудования в стесненных условиях.

Техническая характеристика лебедки ЛР-0,25

Грузоподъемность, кг	250
Высота подъема, м	4
Максимальная сила на рукоятке, Н	100
Расчетный диаметр каната, мм	4,1
Габаритные размеры, мм	110 × 118 × 200
Масса, кг	3,2...3,5

Гидравлические талрепы — переносные устройства, которые служат для переме-

щения механизмов большой массы и их деталей при монтаже. Они состоят из гидроцилиндра с компенсатором объема, поршня со штоком, на конец которого навинчена вилка, и плунжерного насоса высокого давления с предохранителем.

Характеристика гидравлических талрепов

	Тип I	Тип IV
Стягивающая сила, кН	100	200
Давление масла в цилиндре, МПа	120	150
Ход поршня, мм	100	100
Сила на рукоятке, Н	220	280
Габаритные размеры, мм	540 × 100	580 × 95
Масса, кг	9,8	16,4

Между буртом вилки и корпусом талрепа расположена пружина возврата. При перекачивании масла из одной полости цилиндра в другую создается необходимое давление на поршень, который передает силу на шток с вилкой. Талрепы работают во всех пространственных положениях.

11.6. Домкраты для такелажных работ

Домкраты — устройства, предназначенные для подъема и опускания, а также горизонтального перемещения монтируемых изделий. По назначению различают домкраты грузоподъемные и выверочные, а по принципу действия — винтовые, клиновые, реечные, гидравлические, пневматические и пневмогидравлические.

Основные производители этих устройств — ООО «Завод Спецпроборудование» (г. Иркутск), ООО «Уралгидросервис» (г. Челябинск), ЗАО «ТД «Энерпром» (г. Иркутск), ООО «Гидросфера» (г. Москва), ООО «НПП «Текнокон» (г. Москва), ООО «НПО «Простор» (г. Красноармейск), Torin Jacks (США), Brano (Чехия), Deine Wahl (Германия) и ряд других предприятий.

Винтовые домкраты широко применяют при выполнении строитель-

монтажных и ремонтных работ. Основная деталь винтового домкрата — винт с шарнирно закрепленной грузопорной чашкой, приводимый во вращение рукояткой. Удержание груза осуществляется самоторможением винта, что обеспечивает высокую степень безопасности работы. Винт 2 (см. принципиальную схему винтового домкрата на рис. 11.16) вращается с помощью рукоятки 3 с трещоткой 1, надетой на квадратный конец винта. Мощные домкраты

оборудуют винтовыми салазками. Технические характеристики базовых моделей винтовых домкратов приведены в табл. 11.23.

Выпускают специальные винтовые распорные домкраты, которые служат для перемещения грузов на небольшие расстояния (до 150 мм), а также для правки металла.

Клиновые домкраты (см. гл. 12) применяют для перемещения оборудования по высоте при его выверке. Небольшие

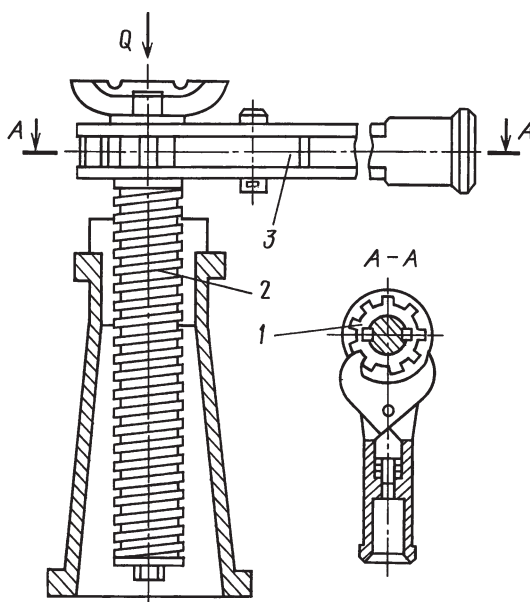
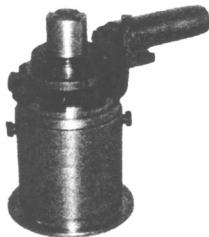


Рис. 11.16. Винтовой домкрат

11.23. Технические характеристики винтовых домкратов

Модель	Грузоподъемность, т	Габаритные размеры, мм	Ход, мм	Масса, кг	
ДВ-3	3	130 × 230 × 210	150	7	
ДВ-5	5	130 × 230 × 230		9,7	
ДВ-10	10	130 × 230 × 230		11	

габаритные размеры и масса таких домкратов позволяют использовать их в труднодоступных местах.

Реечный домкрат, принципиальная схема которого показана на рис. 11.17, изготавливают грузоподъемностью Q до 20 т с высотой подъема 0,30...0,35 м; эти домкраты имеют ручной привод. В корпусе реечного домкрата перемещается стальная зубчатая рейка 2. Верхний конец рейки 7 снабжен вращающейся головкой, на которую опирается груз; нижний конец загнут и образует лапу для подъема низкорасположенных грузов.

Грузоподъемность на лапе равна половине основной грузоподъемности домкрата. Рейка поднимается и опускается вращением рукоятки 1, которая связана с рейкой зубчатой передачей 6. На приводном валу 3 имеется храповое колесо 4, а на корпусе — собачка 5, которая, упираясь в зубья храпового колеса, препятствует опусканию рейки. Поднимать груз реечным домкратом с откинутой собачкой запрещается.

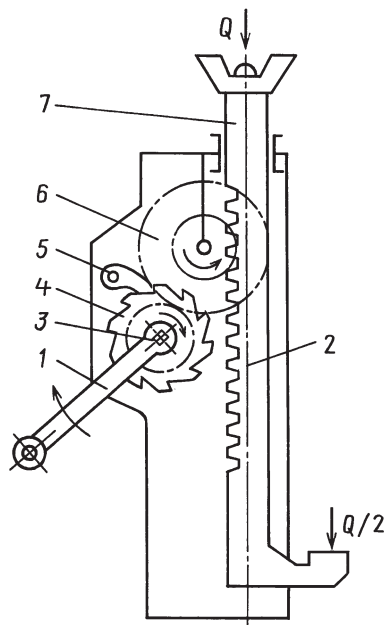


Рис. 11.17. Реечный домкрат

Технические характеристики реечных домкратов приведены в табл. 11.24.

11.24. Технические характеристики реечных домкратов

Модель	Грузоподъемность, т		Рабочий ход, мм	Расстояние до лапы, мм	Минимальная высота от подошвы до лапы, мм	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
	на пяте	на лапе					
ДР-3	30	1/2 основной грузоподъемности	355	90	70	130 × 138 × 735	20
ДР-5	50	3,5	350		83	300 × 350 × 710	37
ДР-8	80	5,6			90		39
ДР-10	100	7,0	390		160	190 × 250 × 800	46
ДР-16	160	11,2	320	160		280 × 315 × 900	65
ДР-20	200	14,0	300	150		317 × 400 × 890	85

Гидравлические домкраты — самая обширная группа домкратов, наиболее распространенных при выполнении различных видов строительно-монтажных и ремонтных работ. В соответствии с конструктивными особенностями выделяют следующие типы гидравлических домкратов.

Домкраты гидравлические грузовые (табл. 11.25) предназначены для подъема и перемещения грузов при монтажно-демонтажных работах в различных отраслях промышленности. Домкраты обладают повышенными грузоподъемностью и сроком службы при минимальных размерах и массе благодаря применению рабочего давления до 80 МПа, высокопрочных сталей и современных опорно-уплотнительных элементов. Установка сферических опор на домкраты грузоподъемностью от 500 000 кН и выше позволяет максимально снизить радиальные нагрузки. Для предотвращения аварийного опускания груза при обрыве рукава или отказе насоса домкраты комплектуются предохранительными клапанами. Полумуфты быстроразъемного соединения дают возможность держать домкрат в постоянной готовности к работе и предотвращают утечки рабочей жидкости из полостей домкрата.

Домкраты гидравлические универсальные (табл. 11.26) имеют наружную резьбу на корпусе и резьбовые отверстия в днище, а домкраты силой 50 000, 100 000, 150 000, 200 000, 350 000 Н имеют еще и внутреннюю резьбу на штоке. Наличие указанных резьбовых поверхностей позволяет применять универсальные домкраты в различных силовых приспособлениях и устройствах (съемниках, прессах, трубогибах и т.п.).

Домкраты гидравлические с фиксирующей гайкой (табл. 11.27). Последняя дает возможность оставлять груз в поднятом положении на длительное время, обеспечивая безопасное ведение работ, а также отсоединять насос от домкрата, используя его на другом месте. Домкраты

модели ДГ...50П...ГН оснащены гайкой, вращающейся по резьбе, нарезанной на наружной поверхности корпуса.

Домкраты гидравлические двустороннего действия (табл. 11.28). Гидравлический возврат штока позволяет использовать данные домкраты в любом пространственном положении, а наличие внутренней резьбы на штоке и резьбовых отверстий в днище применять их в качестве тяговых. Домкраты моделей ДГСП...Г... и ДУСП...Г... имеют уменьшенную высоту по сравнению с домкратами моделей ДГ...Г..., оснащены плавающими опорами, благодаря которым снижаются радиальные нагрузки на шток при внецентренном нагружении.

Домкраты гидравлические телескопические двустороннего действия (табл. 11.29). Большая высота подъема при малой длине обеспечивается путем двух ступеней подъема. Оснащены эти домкраты плавающей опорой, позволяющей снизить радиальные нагрузки на шток при внецентренном нагружении. Они могут комплектоваться предохранительным краном, который предотвращает самопроизвольный слив гидравлической жидкости из полости домкрата в случае аварийного повреждения рукава высокого давления.

Домкраты гидравлические низкие. Низкая высота, малые габаритные размеры и масса дают возможность использовать домкраты в ограниченном пространстве. Они особенно незаменимы при монтаже и выверке технологического оборудования, выравнивании пролетов мостов и пр. Могут эксплуатироваться в любом пространственном положении. Рабочий ход моделей серии ДГН...Т увеличен благодаря применению телескопического штока.

Домкраты гидравлические автономные (табл. 11.30) имеют встроенный насос со съемной рукояткой, а домкраты модели ДГИ...М...В оснащены дополнительным винтом для компенсации расстояния между опорой и грузом, что избавляет от установки дополнительных прокладок.

11.25. Технические характеристики грузовых домкратов

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($D \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГ50П50	500 000	50	130×180×193	20
ДГ50П100		100	130×180×243	25
ДГ50П150		150	130×180×293	30
ДГ50П200		200	130×180×343	35
ДГ50П250		250	130×180×393	40
ДГ100П50	1 000 000	50	184×234×180	34,5
ДГ100П100		100	184×234×230	47,8
ДГ100П150		150	184×234×280	61
ДГ100П200		200	184×234×330	74,2
ДГ100П250		250	184×234×380	87,4
ДГ100П320		320	184×234×450	106
ДГ200П50	2 000 000	50	245×295×295	90
ДГ200П100		100	245×295×345	103
ДГ200П150		150	245×295×395	116
ДГ200П200		200	245×295×445	128
ДГ200П250		250	245×295×525	148
ДГ200П320		320	245×295×595	163
ДГ400П50	4 000 000	50	340×390×295	240
ДГ400П100		100	340×390×345	290
ДГ400П150		150	340×390×395	340
ДГ400П200		200	340×390×445	290
ДГ400П250		250	340×390×520	440
ДГ400П320		320	340×390×590	500
ДГ400П400		400	340×390×670	560

11.26. Технические характеристики универсальных домкратов

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($D \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДУ5П50	50 000	50	55×105×141	1,7
ДУ5П80		80	55×105×171	1,9
ДУ5П100		100	55×105×191	2
ДУ5П150		150	55×105×241	2,3
ДУ5П200		200	55×105×291	2,6
ДУ5П250		250	55×105×341	2,9
ДУ10П60	100 000	60	80×130×166	3,9
ДУ10П80		80	80×130×186	4,3
ДУ10П100		100	80×130×206	4,6
ДУ10П150		150	80×130×266	5,9
ДУ10П200		200	80×130×306	6,9
ДУ10П250		250	80×130×356	7,9
ДУ15П60	150 000	60	88×138×164	4,5
ДУ15П80		80	88×138×184	4,9
ДУ15П100		100	88×138×204	5,4
ДУ15П150		150	88×138×254	6,8
ДУ15П200		200	88×138×304	7,8
ДУ15П250		250	88×138×354	8,9
ДУ20П60	200 000	60	98×148×169	6,4
ДУ20П80		80	98×148×189	6,9
ДУ20П100		100	98×148×209	7,8
ДУ20П150		150	98×148×259	10,1
ДУ20П200		200	98×148×309	11,6
ДУ20П250		250	98×148×359	13,4

Окончание табл. 11.26

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($D \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДУ35П60	350 000	60	126×176×173	9,1
ДУ35П80		80	126×176×193	10,2
ДУ35П100		100	126×176×213	11,5
ДУ35П150		150	126×176×263	14,5
ДУ35П200		200	126×176×313	16,9
ДУ35П250		250	126×176×363	19,2
ДУ50П50	500 000	50	130×180×193	20
ДУ50П100		100	130×180×243	25
ДУ50П150		150	130×180×293	30
ДУ50П200		200	130×180×343	35
ДУ50П250		250	130×180×393	40
ДУ100П50	1 000 000	50	184×234×180	34,5
ДУ100П100		100	184×234×230	47,8
ДУ100П150		150	184×234×280	61
ДУ100П200		200	184×234×330	74,2
ДУ100П250		250	184×234×380	87,4
ДУ100П320		320	184×234×450	106

11.27. Технические характеристики домкратов с фиксирующей гайкой

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($D \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГ50П50ГН	500 000	50	175×195×212	29,4
ДГ50П100Г		100	175×195×262	37,7
ДГ50П150Г		150	175×195×312	46,2
ДГ50П200Г		200	175×195×362	54,2
ДГ50П250Г		250	175×195×412	62,5
ДГ50П320Г		320	175×195×482	74

Окончание табл. 11.27

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($D \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГ100П50Г	1 000 000	50	184×234×244	44
ДГ100П100Г		100	184×234×294	57
ДГ100П150Г		150	184×234×344	69
ДГ100П200Г		200	184×234×394	94
ДГ100П250Г		250	184×234×444	108
ДГ200П50Г	2 000 000	50	245×295×320	101
ДГ200П100Г		100	245×295×370	117
ДГ200П150Г		150	245×295×420	131
ДГ200П200Г		200	245×295×470	145
ДГ200П250Г		250	245×295×520	167
ДГ200П320Г		320	245×295×590	185
ДГ400П50Г	4 000 000	50	340×390×375	320
ДГ400П100Г		100	340×390×425	360
ДГ400П150Г		150	340×390×475	400
ДГ400П200Г		200	340×390×525	440
ДГ400П250Г		250	340×390×600	500
ДГ400П320Г		320	340×390×670	560
ДГ400П400Г		400	340×390×750	680

11.28. Технические характеристики домкратов двустороннего действия

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($D \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГ50Г50	500 000	50	130×180×188	20
ДГ50Г100		100	130×180×238	25
ДГ50Г150		150	130×180×288	30
ДГ50Г200		200	130×180×338	35
ДГ50Г250		250	130×180×388	40

Продолжение табл. 11.28

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($D \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГ50Г320	500 000	320	130×180×488	47
ДУ50Г50		50	130×180×188	20
ДУ50Г100		100	130×180×238	25
ДУ50Г150		150	130×180×288	30
ДУ50Г200		200	130×180×338	35
ДУ50Г250		250	130×180×388	40
ДУ50Г320		320	130×180×488	47
ДГСп100Г50	1 000 000	50	184×234×220	32,8
ДГСп100Г100		100	184×234×270	44,6
ДГСп100Г150		150	184×234×320	51
ДГСп100Г200		200	184×234×370	57,4
ДГСп100Г250		250	184×234×420	63,8
ДГСп100Г320		320	184×234×520	66,5
ДГСп100Г400		400	184×234×600	76,7
ДУСП100Г50		50	184×234×220	32,8
ДУСП100Г100		100	184×234×270	44,6
ДУСП100Г150		150	184×234×320	51
ДУСП100Г200		200	184×234×370	57,4
ДУСП100Г250		250	184×234×420	63,8
ДУСП100Г320		320	184×234×520	66,5
ДУСП100Г400		400	184×234×600	76,7
ДГ100Г50		50	180×230×305	46,5
ДГ100Г100		100	180×230×355	52,1
ДГ100Г160		160	180×230×415	58,8
ДГ100Г250		250	180×230×505	69,1
ДГ100Г320		320	180×230×575	77,1
ДГ100Г400		400	180×230×655	86,4

Окончание табл. 11.28

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($D \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГ100Г500	1 000 000	500	180×230×755	97,9
ДГ100Г630		630	180×230×885	113,0
ДГ100Г800		800	180×230×1055	133
ДГ200Г160	2 000 000	160	245×295×430	104,0
ДГ200Г200		200	245×295×470	112
ДГ200Г250		250	245×295×520	122,2
ДГ200Г320		320	245×295×590	136,6
ДГ200Г400		400	245×295×670	150,3
ДГ200Г500		500	245×295×770	170,9
ДГ200Г630		630	245×295×900	197,7
ДГ200Г800		800	245×295×1070	237,7
ДГ200Г1000		1000	245×295×1270	273,8
ДГ200Г1250		1250	245×295×1520	325,3
ДГ400Г250	4 000 000	250	348×398×550	290

11.29. Технические характеристики телескопических домкратов двустороннего действия

Модель	Грузоподъемность первой/второй ступеней, кН	Ход штока первой/второй ступеней, мм	Габаритные размеры ($B \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГТл50Г500	1 250 000/500 000	260/240	210×380×520	100
ДГТл80Г500	2 000 000/800 000		270×460×550	152

Сварная конструкция предусматривает минимальное число уплотнений, что обеспечивает высокую надежность.

Домкраты гидравлические с малой высотой подхвата (табл. 11.31) предназначены для поднятия оборудования и тяжелых металлических конструкций, а

также для ремонтных и монтажно-демонтажных работ. Позволяют поднимать грузы подхватом у оборудования с малой высотой зазора. Оснащены пружинами возврата, которые позволяют быстро вернуть шток в исходное положение.

11.30. Технические характеристики автономных домкратов

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Выход винта, мм	Габаритные размеры ($L \times B \times H$), мм	Масса, кг
ДГИ2М110В	20 000	110	50	93×88×181	3,6
ДГИ5М115В	50 000	115	80	112×98×216	4,2
ДГИ10М140В	100 000	140	90	124×110×230	7,0
ДГИ12М145В	120 000	145		135×116×230	8,9
ДГИ20М135В	200 000	135	75	152×144×242	12,3
ДГИ25М135	250 000		—	175×140×280	21,0
ДГИ30М130	300 000	130		190×155×280	23,4
ДГИ50М120	500 000	120		218×176×280	30,9

11.31. Технические характеристики домкратов с малой высотой подхвата

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Высота подхвата, мм	Габаритные размеры ($B \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГИ5П120К	50 000/25 000	120	19	170×230×243	12
ДГИ10П150К	100 000/50 000	150	22	188×260×290	22
ДГИ20П160К	200 000/100 000	160	28	245×280×333	30
ДГИ30П160К	300 000/150 000		32	246×280×333	42

Домкраты гидравлические алюминиевые (табл. 11.32) при одной грузоподъемности со стальными домкратами весят вдвое меньше. Имеют одностороннее действие, пружинный возврат штока, эксплуатируются в любом пространственном положении.

Домкраты гидравлические со ступенчатым подъемом (табл. 11.33). Система ступенчатого подъема позволяет поднимать груз на высоту, превышающую ход штока, а также фиксировать его в поднятом положении длительное время. Домкраты одностороннего действия с пружинным возвратом штока.

Домкраты гидравлические с полым штоком (табл. 11.34) предназначены для подъема и перемещения грузов при выполнении различных монтажно-демонтажных работ, натягивания растяжек, канатов и арматуры при изготовлении предварительно напряженных конструкций, могут использоваться в качестве силового органа в съемниках и т.п. Работают в любом пространственном положении. Конструктивно изготавливаются с пружинным возвратом штока и двустороннего действия.

Домкраты гидравлические тяговые с пружинным возвратом и двустороннего

11.32. Технические характеристики алюминиевых домкратов

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($D \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГА20П50	200 000	50	96×163×127	2,3
ДГА20П100		100	96×163×177	3
ДГА20П150		150	96×163×227	3,5
ДГА30П50	300 000	50	108×192×137	5
ДГА30П100		100	108×192×187	6,2
ДГА30П150		150	108×192×237	7,5
ДГА50П50	500 000	50	136×212×150	8,5
ДГА50П100		100	136×212×200	11
ДГА50П150		150	136×212×250	12,5
ДГА100П50	1 000 000	50	198×262×185	16
ДГА100П100		100	198×262×235	21
ДГА100П150		150	198×262×285	25

11.33. Технические характеристики домкратов со ступенчатым подъемом

Модель	Грузоподъемность, кН	Высота подъема, мм		Габаритные размеры ($B \times L \times H$), мм	Масса, кг
		минимальная	максимальная		
ДГС50П500	500 000	50	515	128 × 198 × 277	51
ДГС100П500	1 000 000	100		185×255×322	102
ДГС200П500	2 000 000	150		242×312×385	180

действия (табл. 11.35) предназначены для создания тяговой силы при различных монтажно-демонтажных работах, натягивания растяжек, канатов и арматуры при изготовлении предварительно напряженных конструкций и т.п. На концы корпуса и штока устанавливаются вилки, проушины или крюки в зависимости от вида крепления тягового органа. Эти домкраты работают в любом пространственном положении. Домкраты моделей

ДГТ...Г... могут использоваться и в качестве толкающих устройств.

Пневматические домкраты, используемые при монтаже оборудования и других строительно-монтажных работах, представлены, главным образом, вариантами эластичных пневмодомкратов. Области преимущественного применения эластичных домкратов: строительно-монтажные, демонтажные и ремонтные работы в пространственно-ограниченных

11.34. Технические характеристики домкратов с полым штоком

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Диаметр отверстия полого штока, мм	Габаритные размеры ($B \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГП15П50	150 000	50	29	80×144×173	6,7
ДГП20П50	200 000		27	98×172×162	7,4
ДГП30П63	300 000	63	33	115×189×178	10,9
ДГП50П75	500 000	75	54	159×247×235	28,1
ДГП100П75	1 000 000		80	216×304×254	52,5
ДГП10Г254	100 000	254	20	70×144×406	11
ДГП30Г210	300 000	210	33	115×189×425	24
ДГП50Г156	500 000	156	54	159×233×380	38
ДГП100Г168	1 000 000	168	80	216×290×382	51

11.35. Технические характеристики тяговых домкратов

Модель	Тяговая сила, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($B \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГТ10П250	100 000	250	85×720×165	13,8
ДГТ15П250	150 000		95×820×175	15
ДГТ30П150	300 000	150	108×1080×182	40,2
ДГТ30П200		200	108×1180×182	50,2
ДГТ50П150	500 000	150	152×1135×228	
ДГТ50П200		200	152×1235×228	65,2
ДГТ100П150	1 000 000	150	216×1243×282	155,2
ДГТ5Г250	50 000	250	85×650×140	9
ДГТ10Г250	100 000		85×720×165	14
ДГТ15Г250	150 000		95×820×175	16
ДГТ30Г150	300 000	150	108×1080×182	40,4
ДГТ30Г200		200	108×1180×182	50,4

Окончание табл. 11.35

Модель	Тяговая сила, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры ($B \times L \times H$), мм	Масса, кг
ДГТ50Г150	500 000	150	152×1135×228	50,4
ДГТ50Г200		200	152×1235×228	65,4
ДГТ100Г150	1 000 000	150	216×1243×282	155,4
ДГТ150Г630	1 500 000	630	245×1130×310	210

местах (маслоподвалы, галереи, траншеи и т.п.); аварийно-спасательные и ремонтно-восстановительные работы при чрезвычайных ситуациях; монтаж высокоточного оборудования и конструкций; ремонт и монтаж нежестких, в том числе резервуарных, конструкций.

Эластичные домкраты конструктивно представляют собой оболочечную конструкцию подушечного типа из эластомерных армированных (резинокордных) материалов. Их отличают:

- небольшая масса и исходная высота (20...25 мм);
- уникальное соотношение величины рабочего хода и исходной высоты ($>>1$);
- повышенное сопротивление сдвигу, проколам и истиранию;
- упрощенные требования к подготовке мест для установки домкратов;

— высокая точность регулировочных перемещений;

— удобство и минимальные трудозатраты при использовании домкратов.

Согласованность выполнения регулировочных перемещений несколькими домкратами обеспечивается их увязкой в единую пневмосистему с источником сжатого воздуха, приборами управления и контроля. Важным преимуществом является также небольшое рабочее давление (0,6...0,8 МПа), что обеспечивает высокую безопасность ведения работ и расширяет возможности выбора источников сжатого воздуха (малогабаритный компрессор, баллон сжатого воздуха, цеховая пневмомагистраль и другие варианты). Конструктивные параметры эластичных домкратов ООО «НПП Текнокон» приведены в табл. 11.36.

11.36. Технические характеристики эластичных пневмодомкратов

Характеристика	Типоразмер			
	ПД-2	ПД-4	ПД-10	ПД-20
Номинальная грузоподъемность, т	2	4	10	20
Рабочее давление, МПа	0,6			
Рабочий ход, мм	90	140	260	350
Габаритные размеры, мм	190×250	250×350	430×470	550×630
Исходная высота, мм	20		25	
Масса, кг	1,3	2,5	6,0	11,5

УСТАНОВКА, ВЫВЕРКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ФУНДАМЕНТАХ

12.1. Способы установки оборудования

Установка, выверка и закрепление на фундаментах механизмов, машин или их станин, рам и других базовых корпусных деталей — важнейшие монтажные работы, от качества выполнения которых во многом зависит последующая работоспособность смонтированного технологического оборудования. Трудоемкость работ, связанных с установкой оборудования в проектное положение на фундаментах, достигает 50 % от общей трудоемкости его монтажа.

Работы по установке оборудования включают в себя подготовку фундаментов и опорных элементов к монтажу; установку, выверку, подливку и окончательное закрепление механизмов, машин или их базовых корпусных деталей. Особенности выполнения отдельных операций при этом зависят от назначения монтируемого оборудования, его конструкции, требований к точности монтажа, способов закрепления и установки, а также типа несущих строительных конструкций, фундаментов.

Оборудование устанавливают на несущие строительные конструкции, которые разделяют на *фундаменты* (перекрытия, промышленный пол) и *опорные металлоконструкции*.

Фундаменты различают: по конструкции (ленточные, рамные, сплошные и массивные; материалу (бетонные, железобетонные, бутовые и др.); способу изготовления (сборные, сборно-монолитные и монолитные).

Ленточные фундаменты применяют для установки машин, роликовых конвейеров, автоматических линий и металлорежущих станков.

Рамные фундаменты представляют собой жесткую раму, стойки которой устанавливают в гнезда опорной плиты и жестко заделывают в них. Горизонтальные элементы рамы образуют площадку, на которую помещают машину.

Сплошные фундаменты (под всей площадью здания или цеха) подразделяют на плитные или коробчатые. Такие фундаменты сооружают под насосы, вентиляторы, универсальные металлорежущие станки, небольшие компрессоры и другие подобные им машины и оборудование.

Массивные фундаменты — это бетонный или железобетонный массив (соответствующий габаритным размерам и очертанию машины), в котором предусмотрены отверстия и выемки для размещения и крепления частей машины, а также для ее обслуживания в процессе эксплуатации. Наиболее распространены массивные фундаменты бесподвального типа, сооружаемые для машин, устанавливаемых на отметке чистого пола первого этажа здания. Сложные фундаменты сооружают для установки прокатных станов и другого тяжелого оборудования. Такие фундаменты имеют систему технологических подвалов и маслоподвалов.

Варианты установки машин и оборудования различают по характеру связи с фундаментом (с креплением, без него и с виброизоляцией), по конструкции стыка корпусная деталь — фундамент (*с местным опиранием* на пакеты подкладок, специальные опорные башмаки, бетонные опоры и непосредственно на фундамент; *со сплошным опиранием* на бетонную подливку, виброизолирующий слой или непосредственно на фундамент; *со смешанным опиранием* на

опорные элементы, затянутые при выверке, и на подливку, осуществляемую после окончательного закрепления оборудования (рис. 12.1).

С местным опиранием устанавливаются машины и механизмы, требующие

частой регулировки положения и перестановок. Со сплошным опиранием на бетонную подливку устанавливают машины и механизмы, требующие повышенной надежности и жесткости закрепления; со смешанным опиранием —

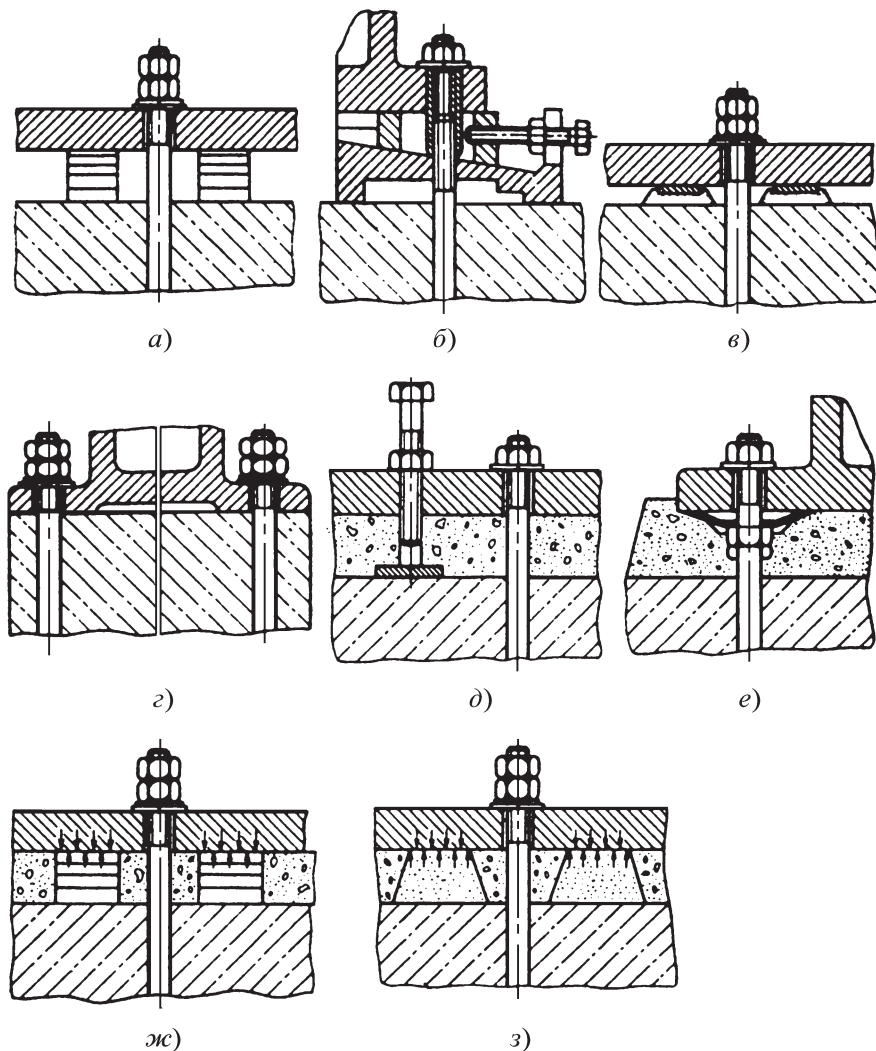


Рис. 12.1. Основные конструкции стыка корпусная деталь—фундамент:

с местным опиранием на пакеты подкладок (а), на опорные башмаки (б), на бетонные опоры (в) и непосредственно на фундамент (г); со сплошным опиранием на бетонную подливку с временной установкой при выверке на отжимных винтах (д) и на установочных гайках (е); со смешанным опиранием на подливку и опорные элементы (ж и з)

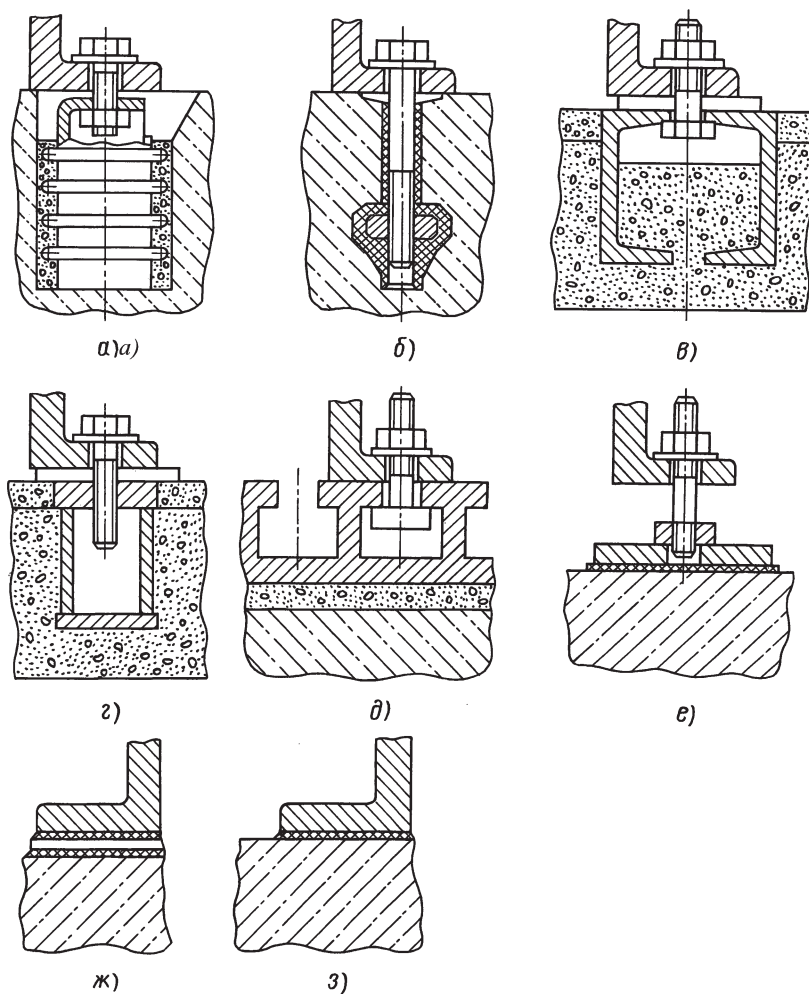


Рис. 12.2. Способы крепления оборудования:

а и б — к специальным закладным деталям; в и г — к лагам; д — к силовому полу; е — приклеиванием крепежного узла; ж — приклеиванием опорной поверхности через вибропоглощающую прокладку; з — непосредственно приклеиванием опорной поверхности

оборудование, нуждающееся в окончательном закреплении до подливки, например вертикальные аппараты. В этом случае работоспособность соединения понижается, так как подкладки имеют большую податливость, а подливка работает только в сжатой зоне стыка.

Способы закрепления. В большинстве случаев закрепление промышленного

оборудования осуществляют с помощью фундаментных болтов (см. гл. 4). Иногда применяют крепление обычными болтами или шпильками к закладным деталям различной конструкции. К лагам или силовым полам крепят часто переставляемое оборудование. Порой простое малонагруженное оборудование с опорными частями, выполненными из

сварных металлоконструкций, закрепляют путем их заливки в бетон. При установке легкого оборудования на фундаменты или полы с химически стойкими покрытиями применяют приклеивание эпоксидными составами специальных крепежных узлов или непосредственно опорной поверхности корпусных деталей (рис. 12.2).

В некоторых случаях применяют сочетания различных способов закрепления, например упоры в прокатных станках крепят заливкой их опорной части в бетон и фундаментными болтами. Встречаются виды оборудования, стабильность положения которого при эксплуатации обеспечивается его массой.

12.2. Выверка и регулирование положения оборудования

Выверка — процесс введения оборудования в проектное положение путем выполнения регулировочных операций с помощью специальных выверочных опорных элементов, центровочных приспособлений и грузоподъемных средств. При этом осуществляются постоянные измерения и контроль отклонений параметров положения оборудования от проектного.

Средства и технологию измерения и контроля выбирают в зависимости от заданных допускаемых отклонений. При этом применяют средства измерений и методы контроля точности, рассмотренные в гл. 5 и 7.

Оборудование выверяют в плане, по высоте и горизонтали (вертикали), а также относительно ранее установленного оборудования с контролем отклонений от соосности, перпендикулярности и параллельности в зависимости от требований технической документации завода-изготовителя и проекта производства работ.

Предварительную выверку в плане осуществляют путем совмещения отверстий в опорной части оборудования с ранее

установленными фундаментными болтами. При отсутствии заранее установленных фундаментных болтов оборудование ориентируют путем совмещения его осей, заданных разметочными рисками, с монтажными осями или осями фундамента, заданными натянутыми струнами, отвесами или визирными осями оптических приборов. Отдельные виды оборудования ориентируют относительно ранее установленного оборудования. При этом проверяют совмещение отверстий под болты в станинах с колодцами или скважинами в фундаментах.

После предварительной установки оборудования и выверки в плане изогнутые болты монтируют в колодцах, оставленных при бетонировании фундамента. Корпусную деталь 1 опускают на уложенные брусья 4 так, чтобы совпадали центры отверстий под фундаментные болты 2 и центры колодцев (рис. 12.3, а). При монтаже динамически нагруженных машин фундаментные болты 2 на верхнем участке стержня изолируют от сцепления с бетоном с помощью защитных трубок 3. Концы фундаментных болтов 2 заводят в отверстия корпусной детали 1 и навинчивают гайки (рис. 12.3, б). Установленные болты заливают на 3/4 глубины колодца, но не менее чем на 100 мм ниже уровня фундамента бетоном на мелкозернистом заполнителе проектной марки не ниже 200.

Окончательную выверку в плане и по высоте и предварительное закрепление оборудования осуществляют после твердения бетона, затем полностью заливают колодцы и проводят подливку оборудования. При наличии в корпусной детали регулировочных винтов 5 перед удалением брусьев 4 под ними размещают опорные подкладки 6 (рис. 12.3, в). Окончательную затяжку болтов, установленных в колодцах, проводят так же, как и для других болтов, после твердения бетона подливки.

При *окончательной выверке в плане* оборудование вводят в проектное положение

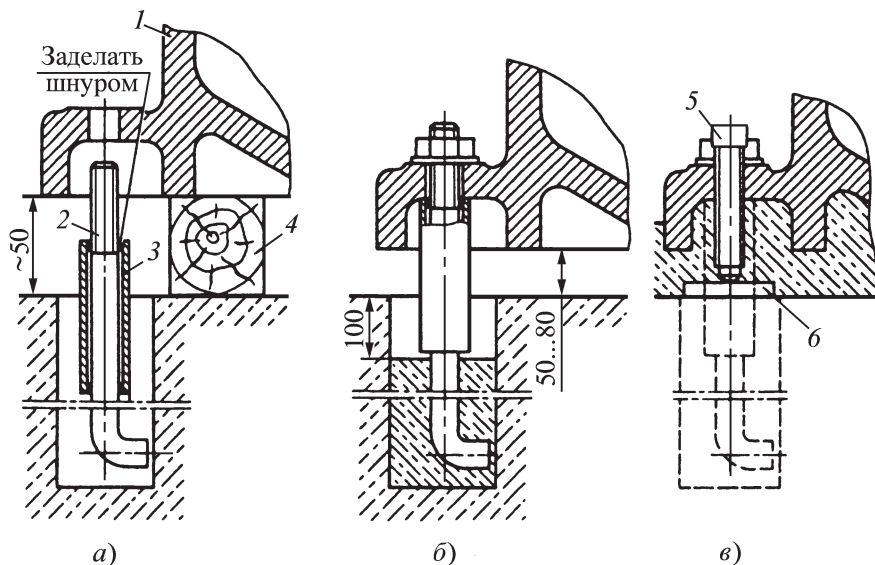


Рис. 12.3. Схемы установки изогнутых болтов:

а — в колодце; *б* — подвеска на гайке и заливка бетонной смесью; *в* — выверка и закрепление оборудования затяжкой гаек

относительно монтажных, контрольных или главных осей путем перемещения оборудования грузоподъемными механизмами, домкратами или монтажными приспособлениями (рис. 12.4) с проверкой положения относительно ранее выверенного смежного оборудования.

Положение оборудования при выверке в плане контролируют струнным и струнно-оптическим методами, боковым нивелированием теодолитами, створными методами, способами прямого контроля линейных размеров, а также с помощью специальных инструментов, приборов, шаблонов, центровочных и других приспособлений, обеспечивающих измерение и контроль отклонений от перпендикулярности, параллельности или соосности баз.

Выверку оборудования по высоте осуществляют относительно рабочих реперов либо ранее установленных машин, с которыми данное оборудование кинематически или технологически связано, с последующей проверкой по реперу.

При выверке оборудования контрольными базами служат: специальные площадки, изготовленные на корпусных деталях; исполнительные поверхности оборудования (валов, полумуфт, направляющих и т.п.); установочные (опорные) поверхности, а также свободные поверхности корпусных деталей или опорных частей.

Точность выверки оборудования по высоте контролируют геометрическим или тригонометрическим нивелированием гидростатическими методами, косвенными способами контроля линейных размеров от промежуточной базы до репера или ранее установленного оборудования, а также микронивелированием с применением поверочных линеек и уровня.

Выверку оборудования по горизонтали (вертикали) выполняют с использованием уровней, нивелиров, отвесов и теодолитов.

При установке на фундамент иногда контролируют отклонения формы рабо-

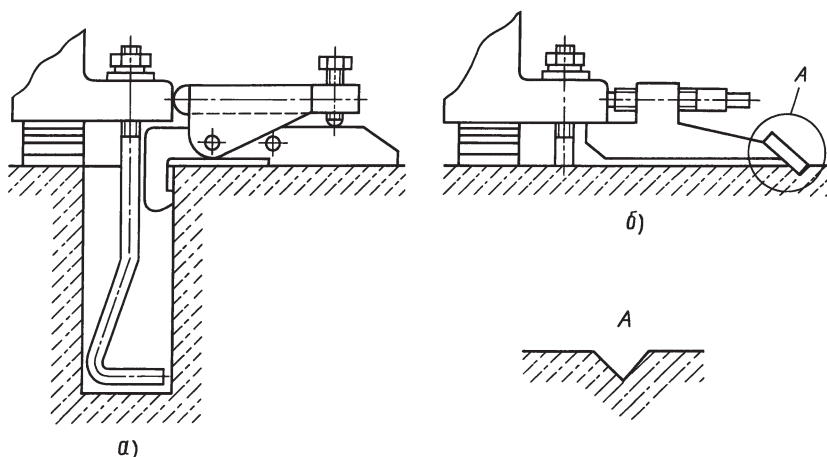


Рис. 12.4. Приспособления для выверки оборудования в плане:

а — рычажно-винтовые; б — с упорным винтом

чих и сопрягаемых поверхностей оборудования, искривление которых возможно под воздействием остаточных напряжений, монтажных нагрузок и процессов старения.

Операцию по исправлению формы поверхностей оборудования и конструкций называют *рихтовкой*. Иногда таким способом устраняют отклонения формы в виде вогнутой или выпуклой поверхности, полученные при заводском изготовлении оборудования. Особенности регулирования положения оборудования при выверке зависят от способов его опирания и закрепления на фундаментах.

Конструкцию опорных элементов выбирают с учетом используемых методов достижения требуемой точности установки оборудования и данных сравнительной оценки способов установки оборудования (табл. 12.1).

Регулирование положения оборудования, устанавливаемого со сплошным опиранием на подливку. Опорные элементы, применяемые для установки такого оборудования, служат только для его выверки, а эксплуатационные нагрузки воспринимает подливка. Несмотря на то что выверочные опорные элементы мо-

гут оставаться под оборудованием в процессе эксплуатации, такой способ установки получил название *бесподкладочного монтажа*. При этом соединение оборудование — фундамент отличается высокой виброустойчивостью, повышенной жесткостью и прочностью. Установка и выверка оборудования таким способом характеризуется повышенной производительностью и позволяет получать экономию металла до 2 % от массы монтируемого оборудования.

В качестве опорных элементов при выверке оборудования, устанавливаемого со сплошным опиранием на подливку, применяют: отжимные регулировочные винты; установочные гайки фундаментных болтов; инвентарные домкраты; бетонные опоры; пакеты облегченных металлических подкладок.

Если в опорной части оборудования конструкторской документацией не предусмотрены отжимные регулировочные винты, тип и число опорных элементов принимают в соответствии с технологической картой, проектом производства работ (ППР) или инструкцией на монтаж.

Опорные элементы необходимо размещать на возможно близком расстоя-

12.1. Сравнительная оценка способов установки оборудования

Тип опорных элементов	Относительная трудоемкость выверки, %	Относитель- ный расход металла, %	Диаметр фундаментных болтов, мм
С закреплением на опорных элементах			
Пакеты подкладок	100		Не ограничен
Жесткие опоры (бетонные подушки)	60...70	20...30	
Пирамидальные пакеты подкладок	80...100	60...70	
С закреплением на подливке			
Регулировочные винты	30...40	10...15	До М42
Винтовые подкладки	40...60	15...25	
Установочные гайки фундаментных болтов	30...50	5...10	
Жесткие опоры (бетонные подушки)	40...60	10...15	Не ограничен
Уменьшенное число пакетов подкладок	60...70	40...60	
Инвентарные домкраты	30...40	—	

нии от фундаментных болтов. Как правило, их располагают в местах нахождения ребер жесткости или перегородок в опорной части оборудования. При неравномерном распределении давления от массы оборудования на установочную поверхность опорные элементы устанавливают в местах действия наибольших нагрузок.

Число опорных элементов должно быть минимальным при соблюдении следующих условий: а) обеспечения устойчивого положения оборудования в процессе предварительного закрепления и подливки; б) исключения прогибов опорных частей под действием массы оборудования и сил предварительной затяжки фундаментных болтов.

При рихтовке корпусных деталей оборудования в качестве опорных элементов используют пакеты подкладок, клиновые или другие домкраты, располагая их в

местах наибольших отклонений от плоскостности или прямолинейности.

Суммарная грузоподъемность опорных элементов должна превышать массу выверяемого узла оборудования не менее чем в 2 раза или соответствовать указанной в ППР.

Минимально допускаемая площадь опирания опорных элементов на фундаменты (см²)

$$S = 0,015 M + 6nF,$$

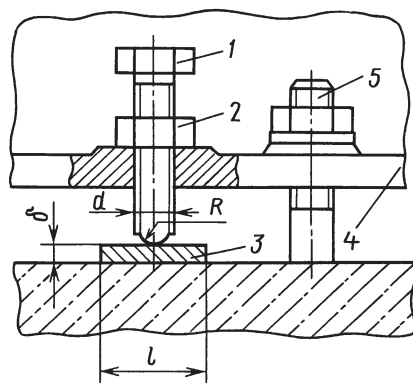
где n — число фундаментных болтов, предварительно затягиваемых при выверке; F — расчетная площадь поперечного сечения фундаментного болта (см²), принимаемая по табл. 12.2.

Регулирование положения оборудования с помощью отжимных регулировочных винтов (табл. 12.3). Опорные пластины размещают на фундаментах в соответствии с расположением отжимных регули-

12.2. Расчетные площади поперечного сечения фундаментных болтов по резьбе

Резьба болта, мм	Площадь сечения, см ²	Резьба болта, мм	Площадь сечения, см ²	Резьба болта, мм	Площадь сечения, см ²
M12	0,77	M42	10,34	M90 × 6	53,68
M16	1,44	M48	13,80	M100 × 6	67,32
M20	2,25	M56	18,74	M110 × 6	82,67
M24	3,24	M64	25,12	M125 × 6	108,56
M30	5,19	M72×6	32,23	M140 × 6	138
M36	7,59	M80×6	40,87		

12.3. Винты отжимные регулировочные



1 — регулировочный винт; 2 — стопарная гайка;
3 — опорная пластина; 4 — опорная часть обо-
рудования; 5 — фундаментный болт

Размеры, мм

Диаметр резьбы d	20	24	30	36	42	48
Шаг резьбы P	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Размер под ключ S	27	32	41	50	60	70
Радиус опорной сферы R	20	25	32	32	40	50
Размеры опорных пластин:						
толщина δ	8	8	10	12	14	16
длина l	60	80	100	120	130	140

ровочных винтов в опорной части оборудования. Места размещения опорных пластин на фундаментах выравнивают с отклонением не более 10 мм на 1 м.

При опускании оборудования на фундаменты отжимные регулировочные винты должны выступать ниже установочной поверхности оборудования на одинаковую величину в пределах 10...30 мм.

Положение оборудования по высоте и горизонтали (вертикали) регулируют поочередно всеми отжимными винтами, не допуская в процессе выверки отклонения оборудования от горизонтальности (вертикальности) более чем 3 мм на 1 м. После завершения выверки плотность прилегания регулировочных винтов к опорным пластинам проверяют щупом толщиной 0,1 мм, а положение винтов фиксируют контргайками.

Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов регулировочные винты должны быть вывернуты на два-три оборота. Неоднократно используемые винты выворачивают полностью. Оставшиеся отверстия во избежание попадания масла и других разъедающих бетон веществ заглушают резьбовыми пробками или заливают цементным раствором, поверхность которого покрывают маслостойкой краской.

Регулирование положения оборудования на установочных гайках. Для выверки оборудования с помощью соответствующих гаек используют заранее установленные фундаментные болты, которые должны иметь удлиненную (до шести диаметров) резьбу, что предусматривается при их изготовлении.

Оборудование выверяют на установочных гайках посредством упругих элементов в виде тарельчатых стальных, плоских резиновых или пластмассовых шайб. Установочные гайки 5 (рис. 12.5) с упругими шайбами 4 размещают на болтах 2 так, чтобы верх шайбы был на 2...3 мм выше проектной отметки опорной поверхности оборудования 3. После

установки оборудования на шайбы его окончательно выверяют с помощью затяжки крепежных гаек 1, деформируя шайбы. Выверку в более широких пределах осуществляют регулировкой положения установочных гаек 5. При этом крепежные гайки 1 должны быть отвинчены. При использовании съемных фундаментных болтов и болтов с цангами для их фиксации устанавливают дополнительные гайки 7 с шайбами 6.

Для выверки можно также использовать установочные гайки без упругих элементов с регулированием положения оборудования на фундаментных болтах 2 по высоте (рис. 12.6). Перед подливкой установочной гайки 4 выгораживают опалубкой 5. После твердения подливки 6 (через 2...3 сут после подливки) опалубку 5 снимают, а оборудование 1 закрепляют затяжкой крепежных гаек 3. Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов установочные гайки опускают на 3...4 мм. Оставшиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки.

Необходимость применения опалубки исключается при использовании гаек, срезающихся при окончательной затяжке фундаментных болтов (рис. 12.7). Такие гайки должны выдерживать нагрузку от оборудования и сил предварительного закрепления, но разрушаться или деформироваться при окончательной затяжке фундаментных болтов. В качестве ослабленных установочных гаек рекомендуются гайки из менее прочного, чем у крепежных гаек, материала, стандартные гайки с уменьшенной на 50...70 % высотой, а также гайки, ослабленные путем расточки их до диаметра, соответствующего внутреннему диаметру резьбы, гайки с проточками или резьбой неполного профиля. В этом случае после выверки оборудования и его подливки при окончательной затяжке фундаментных болтов происходит срез или смятие резьбы установочных гаек, что сопровождается скачкообразным падением силы затяж-

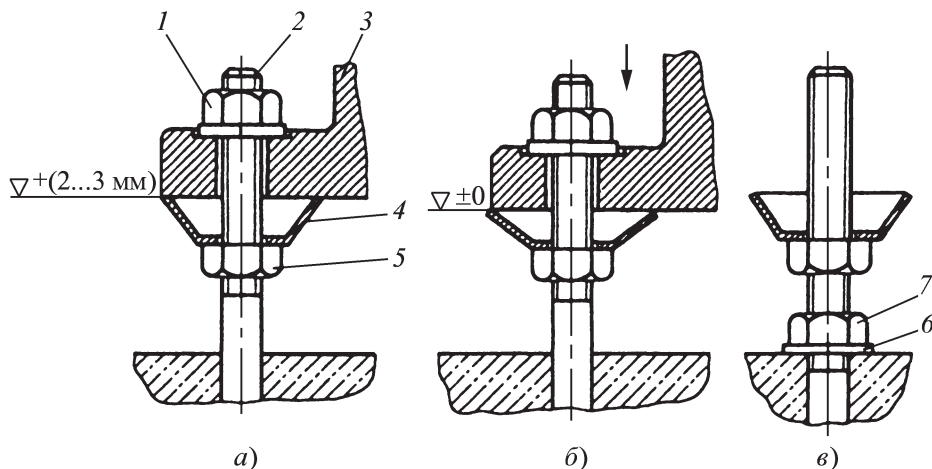


Рис. 12.5. Схемы регулирования положения оборудования на установочных гайках с упругим элементом:

a — установка оборудования с завышением на 2...3 мм; *б* — регулирование положения оборудования затяжкой гайки; *в* — установка дополнительной гайки при использовании съемных болтов или болтов с цангами

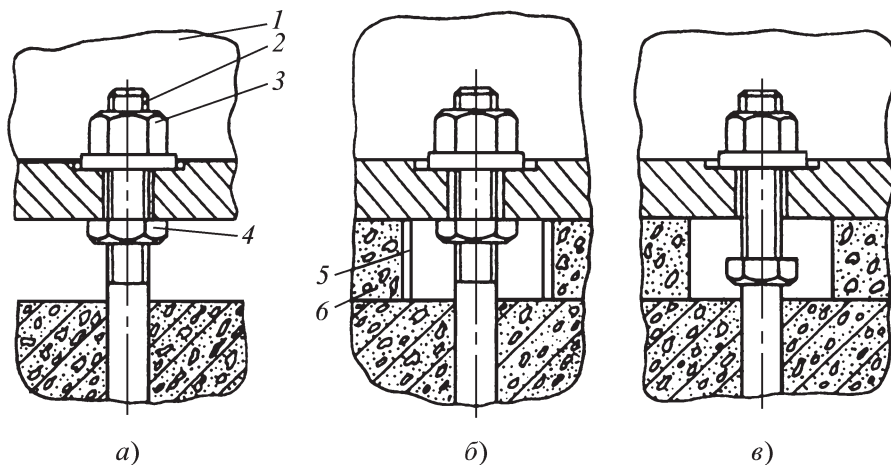


Рис. 12.6. Схемы регулирования положения оборудования на установочных гайках без упругого элемента:

a — установка в проектное положение; *б* — подливка оборудования; *в* — отвинчивание установочной гайки перед закреплением

ки, а затем постепенным увеличением силы до заданного значения.

Регулирование положения оборудования с помощью инвентарных домкратов. Для

выверки этим способом используют домкраты, конструктивные размеры которых позволяют их размещать в зазоре оборудование—фундамент, т.е. в пределах

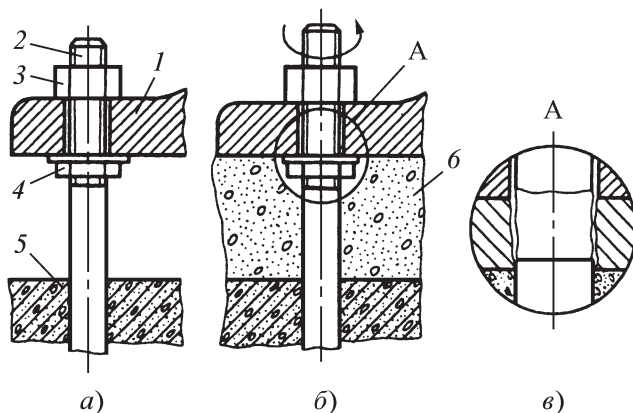


Рис. 12.7. Схемы регулирования положения оборудования на ослабленных установочных гайках:

a — установка в проектное положение по высоте и горизонтали; *б* — подливка и последующее закрепление; 1 — оборудование; 2 — фундаментный болт; 3 — крепежная гайка; 4 — специальная установочная гайка; 5 — фундамент; 6 — подливка

50...80 мм (см. рис. 12.3, *б* и рис. 12.16). К таким домкратам относятся винтовые опоры (табл. 12.4), малогабаритные винтовые домкраты (табл. 12.5), регулируемые клиновые подкладки (табл. 12.6), опорные башмаки (табл. 12.7), некоторые виды гидравлических (табл. 12.8) и пневматических домкратов (табл. 12.9).

Эластичный пневматический домкрат является исполнительным органом пневмосиловой оснастки и представляет собой многослойную полую эластомерную (резинокордную) оболочку подушечного типа, армированную металлическим тросиком и снабженную металлическим штуцером (см. табл. 12.9).

Домкраты, размещенные на подготовленных фундаментах, регулируют по высоте на проектный уровень с помощью нивелира и рейки с точностью до $\pm 1,0$ мм. Затем оборудование опускают на домкраты и окончательно регулируют его положение.

Перед подливкой инвентарные домкраты «выгораживают» опалубкой. Опалубку и инвентарные домкраты удаляют через 2...3 сут после подливки. Остав-

шиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки.

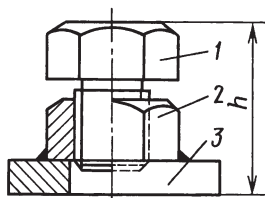
Удобство при выверке оборудования обеспечивают специальные домкраты с лапой. Такие домкраты не требуют выгораживания опалубкой, так как легко извлекаются из бетона подливки.

Установка оборудования на бетонных опорах. На бетонных опорах устанавливают оборудование, поверхность основания которого может выполнять функции установочной базы, а погрешности изготовления последней значительно меньше допускаемых отклонений расположения оборудования по высоте. Суммарные погрешности изготовления поверхности бетонных опор и установочной поверхности оборудования (включая отклонения формы) не должны превышать допускаемых отклонений положения оборудования по высоте и горизонтали.

Бетонные опоры представляют собой местные возвышения на поверхности фундамента, изготавливаемые перед установкой оборудования.

Габаритные размеры опор выбирают такими, чтобы давление от оборудова-

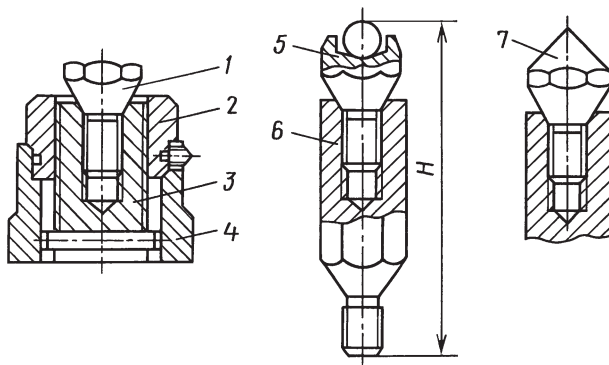
12.4. Винтовые опоры



1 — болт; 2 — гайка; 3 — пластина; h — максимальная высота регулировки

Диаметр резьбы, мм	Максимальная высота подъема, мм	Минимальная высота опоры, мм	Крутящий момент, Н·м	Грузоподъемность	Масса подкладки
				кг	
M20	10	37	49	3300	0,4
M24	12	44	69	6000	0,7
M30	14	55	156	7600	1,4
M36	16	64	369	11 000	2,2
M42	18	73	442	15 000	3,6
M48	20	84	693	20 000	5,3

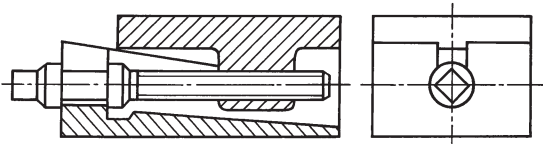
12.5. Малогабаритный винтовой домкрат



1, 5, 7 — сменные опоры; 2 — гайка; 3 — винт; 4 — корпус; 6 — удлинитель; H — размер домкрата

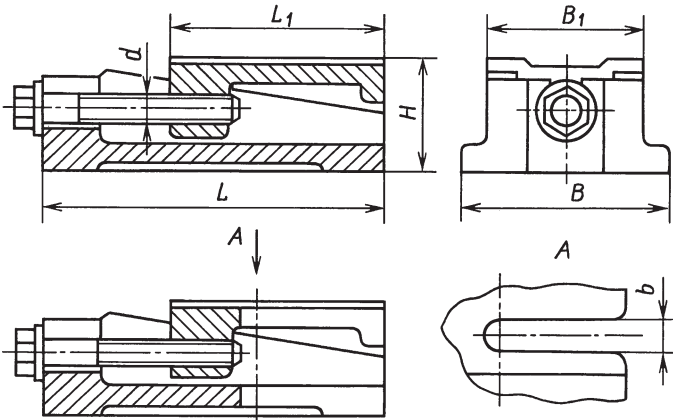
Параметр	ДМ-3	ДМ-5
Грузоподъемность, кг	3000	5000
Минимальная высота домкрата в сборе, мм	60	94
Высота подъема, мм	17	40
Масса, кг	1,1	3,5

12.6. Регулируемые клиновые подкладки



Параметр	ПР-3	ПР-5	ПР-10
Грузоподъемность, кг	3000	5000	10 000
Высота подъема, мм	12	15	16
Сила на рукоятке, Н	250	280	300
Минимальная высота домкрата, мм	68	75	76
Масса, кг	3,7	5,3	7,2

12.7. Опорные башмаки



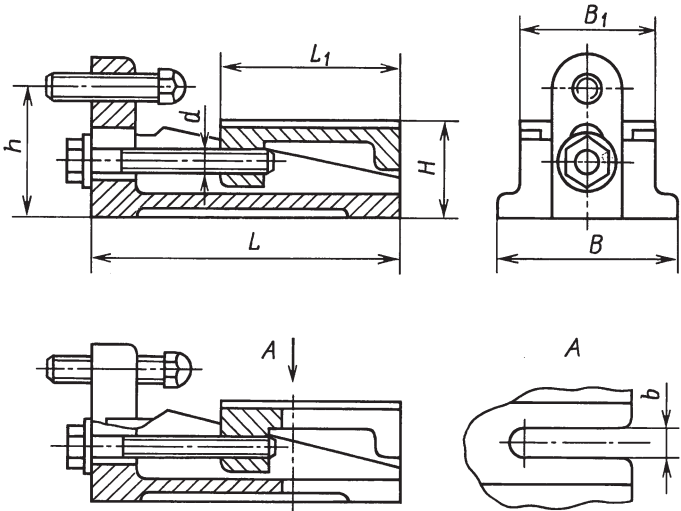
Размеры, мм

Параметр	P79-1.1		P79-1.2		P79-1.3	
	1	2	1	2	1	2
Грузоподъемность, кг	2000		3200		5000	
Высота подъема	7		8		9	
Минимальная высота домкрата, H	80		94		108	
Длина:						
башмака L	260		314		379	
опоры L_1	150		190		240	

Продолжение табл. 12.7

Параметр	P79-1.1		P79-1.2		P79-1.3	
	1	2	1	2	1	2
Ширина:						
башмака B	150		170		200	
опоры B_1	110		130		150	
прорези b	—	24	—	28	—	34
Размер под ключ	27		32		41	
Диаметр резьбы d	M20		M24		M30	
Масса, кг	11,5	11,1	19,4	18,7	30,5	29,2

Опорные башмаки с упорным винтом



Размеры, мм

Параметр	P79-1.1		P79-1.2		P79-1.3	
	1	2	1	2	1	2
Грузоподъемность, кг	2000		3200		5000	
Высота:						
подъема	7		8		9	
упора h	110		130		150	
Минимальная высота домкрата H	80		94		108	

Окончание табл. 12.7

Параметр	Р79-1.1		Р79-1.2		Р79-1.3	
	1	2	1	2	1	2
Диаметр резьбы d	М20		М24		М30	
Длина:						
башмака L	260		320		380	
опоры L_1	150		190		240	
Ширина:						
башмака B	150		170		200	
опоры B_1	110		130		150	
прорези b	—	24	—	28	—	34
Размер под ключ	27		32		41	
Ход упорного винта	55		60		68	
Масса, кг	12,5	12,1	21,0	20,2	32,8	31,5

Примечание. 1 и 2 — исполнения.

12.8. Гидравлические домкраты низкие (типа ДГН)

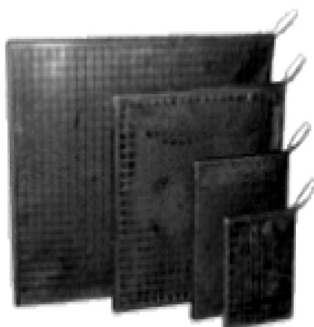


Применяются при монтаже и выверке тяжелого технологического оборудования при ограниченном пространстве.

- Одностороннее действие.
- ДН...М — гравитационный возврат штока.
- ДН...П — пружинный возврат штока.
- Малые габаритные размеры и масса.
- Могут использоваться в любом пространственном положении.

Модель	Грузоподъем- ность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ДГН5М15	56 000	15	40×115×52	0,9
ДГН10М15	111 000		60×135×57	1,6
ДГН20М15	218 000		80×160×60	3,1
ДГН35М15	351 000		100×175×66	3,9
ДГН50М15	550 000		137×200×70	7,8
ДГН100М15	1 077 000		180×240×79	13,9
ДГН100М30		30	180×240×127	
ДГН100М40		40		
ДГН140М15	1 407 000	15	200×260×88	19
ДГН50М70Т	218 000	70	137×200×95	8,5

12.9. Характеристики эластичных пневматических домкратов (ПД)



- Минимальный зазор для установки.
- Уникальное соотношение начальной высоты и рабочего хода.
- Упрощенные требования к опорным поверхностям.
- Повышенное сопротивление сдвигу, проколам и истиранию.

Основные параметры и габаритные размеры	Тип домкрата			
	ПД-2	ПД-4	ПД-10	ПД-20
Максимальная грузоподъемность, кг	2000	4000	10 000	20 000
Максимальная высота подъема, мм	80	140	260	350
Рабочее давление, МПа	0,6			
Габаритные размеры (исходные), мм				
длина	250	350	470	630
ширина	190	250	430	550
высота	20		25	
Масса, кг, не более	1,2	2,5	6,0	11,5

ния не превышало 500 кПа. Опоры выполняют из бетона марки не ниже 200 с наполнителем в виде щебня или гравия фракции 5...12 мм.

Для изготовления опор в специальную опалубку на предварительно очищенную и увлажненную поверхность фундамента загружают порцию бетонной смеси до уровня на 1...2 см выше требуемой отметки. Излишки смеси удаляют до необходимой высотной отметки. При этом поверхность опор выравнивают.

Для повышения точности бетонных опор на них укладывают металлические пластины с механически обработанной опорной поверхностью. Расстояние от пластины до края бетонной опоры не должно быть меньше ширины пластины.

Для изготовления бетонных опор с металлическими пластинами бетонную смесь укладывают в опалубку до уровня ниже проектной отметки на $1/2 \dots 1/3$ толщины пластины. На несхватившийся бетон кладут пластину и легкими ударами молотка опускают ее до проектной отметки, которую выверяют нивелиром с точностью до $\pm 0,5$ мм.

Для достижения более высокой точности (0,1...0,2 мм) следует пользоваться прецизионным нивелиром с инварной рейкой или гидростатическим уровнем. Отклонение пластины от горизонтальности проверяют с помощью пузырькового уровня, который устанавливают на пластину последовательно в двух взаимно-перпендикулярных направлениях.

Оборудование монтируют при прочности бетона 1500 кПа. После опускания на опоры оборудование выверяют в плане и закрепляют путем предварительной затяжки гаек фундаментных болтов. В процессе выверки допускается точное регулирование высоты опорных элементов добавлением на пластину тонких металлических подкладок.

Регулирование положения оборудования на пакетах облегченных металлических подкладок. Пакеты подкладок применяют для выверки в тех случаях, когда регулировочные винты не предусмотрены конструкторской документацией, а также нет условий для использования установочных гаек, бетонных опор или инвентарных домкратов. Число и расположение пакетов при этом выбирают исходя из удобства выверки и обеспечения временного закрепления оборудования до момента твердения подливки. Обычно применяют три-четыре пакета подкладок.

Пакеты набирают из стальных чугунных подкладок толщиной 5 мм и более. Проектного уровня и горизонтальности оборудования достигают подбором регулировочных подкладок толщиной 0,5...5 мм в процессе его предварительного закрепления. В пакет вместо регулировочных могут входить клиновые и другие регулируемые по высоте подкладки. Для уменьшения расхода металла применяют верхние подкладки с площадью, меньшей нижних. Для установки легкого оборудования в пакет включают подкладку из швеллера или уголка. Рекомендуемые размеры и материал для нижних установочных подкладок приведены в табл. 12.10.

Регулирование положения оборудования, устанавливаемого с местным опиранием на фундамент. Такой метод применяют для легкого, переставляемого и часто регулируемого по высоте оборудования, не испытывающего существенных нагрузок, а также для оборудования, не закрепляемого на фундаменте.

В качестве опорных элементов используют: опорные башмаки, винтовые опоры и клиновые регулируемые подкладки (см. табл. 12.4–12.10); бетонные опоры; пакеты металлических подкладок.

Для оборудования, закрепляемого на фундаменте, опорные элементы устанавливают около каждого фундаментного болта. Число опорных элементов выбирают так, чтобы суммарная площадь их контакта с фундаментом превышала минимально допустимую площадь контакта, определяемую в соответствии с ВСН 361–85. Подкладки в пакетах должны быть плоские без заусенцев.

Перед установкой подкладок для предварительных расчетов их высоты в местах установки выполняют геодезическую съемку высотных отметок фундамента. При использовании регулируемых опорных башмаков, винтовых опор съемку фундамента можно не делать.

Места установки опорных элементов должны быть тщательно выровнены. Приспособления для выравнивания фундамента и притирки мест установки опорных элементов показаны на рис. 12.8, а механизированный инструмент приведен в табл. 12.11.

После установки подкладок с целью упрощения последующего регулирования контролируют их высотные отметки и горизонтальность с помощью нивелира и уровня.

При установке оборудования на опорных башмаках, винтовых и клиновых опорах контроль высотных отметок опор можно не выполнять.

Число подкладок в пакете должно быть минимальным и не превышать пяти, включая и тонколистовые, применяемые для окончательной выверки.

После установки на подкладки частично затягивают фундаментные болты, а затем контролируют положение оборудования. При необходимости его приподнимают, добавляют в пакеты тонколистовые подкладки или заменяют их на подкладки другой толщины.

12.10. Размеры и материал установочных подкладок

Масса машин, т	Габаритные размеры подкладок, мм	Материал	Масса машин, т	Габаритные размеры подкладок, мм	Материал
Св. 100	250×120×80; 250×120×60; 250×120×40	Чугун	5...30	150×80×50; 150×80×30	Чугун или сталь
	250×120×30	Чугун или сталь		150×80×20; 150×80×10; 150×80×5	Сталь
	250×120×20; 250×120×10; 250×120×5	Сталь	До 5	100×60×30; 100×60×20	Чугун или сталь
30...100	200×100×50; 200×100×30	Чугун или сталь		100×60×10; 100×60×5	Сталь
	200×100×20; 200×100×10; 200×100×5	Сталь			

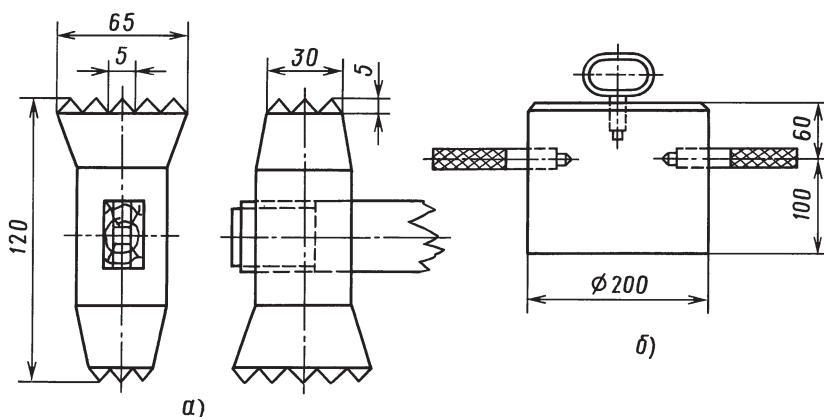


Рис. 12.8. Молоток с зубьями (а) для выравнивания фундамента и приспособление (б) для притирки мест установки подкладок

Затем вновь затягивают фундаментные болты и контролируют положение оборудования.

После окончательной затяжки фундаментных болтов подкладки прихватывают между собой сваркой. Рекомендуются

габаритные размеры подкладок приведены в табл. 12.10. В схеме установки, показанной на рис. 12.9, применяют пирамидальные пакеты подкладок, размеры которых должны соответствовать табл. 12.12 и 12.13.

12.11. Технические характеристики электрических молотков, применяемых для выравнивания фундамента

Параметр	ИЭ-4206	ИЭ-4207	ИЭ-4210	ИЭ-4203	ИЭ-4212	ИЭ-4204	ИЭ-4211
Энергия удара, Дж	3,92	4,5	6,3	9,8		24,5	
Частота ударов в минуту	2700	3000			1100		
Мощность, Вт	270	600	700	270	550	800	1050
Напряжение, В				220			
Частота тока, Гц				50			
Габаритные размеры, мм:							
длина	420	395	410	640	685	740	—
ширина	110	140		110		148	
высота	235	190		195	215	220	
Масса без кабеля, кг	8,3	6,9	8,1	10,5	12,5	20,0	22,0

Примечание. Электродвигатели асинхронные с короткозамкнутым ротором.

12.12. Габаритные размеры плоских подкладок пирамидальных пакетов

№ подкладки	Рекомендуемый размер, мм	Оптимальная толщина, мм	Масса, кг	№ подкладки	Рекомендуемый размер, мм	Оптимальная толщина, мм	Масса, кг
0	45×60	15...20	0,32...0,42	5	150×250	25...30	7,2...8,6
1	55×85	15...20	0,7...0,93	6	190×280	27...32	11,15...13,5
2	75×100	18...22	1,05...1,30	7	210×320	30...35	16...18,5
3	100×140	20...25	2,2...2,7	8	260×400	32...38	26...31
4	130×200	22...27	4,4...5,4				

12.13. Характеристики наборов пирамидальных пакетов подкладок

Номера		Высота пакета, мм	Масса пакета, кг	Диаметр резьбы фундаментного болта
пакетов	подкладок			
П1	2, 1, 0	50...65	2...2,6	M24, M36(2)
П2	3, 1, 0, 0	55...80	3,5...4,6	M30, M42...48(2)
П3	4, 2, 0, 0	70...90	6...7,5	M56...64(2)
П4	5, 3, 1, 0	75...95	10,4...12,7	M72...80(2)
П5	6, 4, 2, 0	80...95	16,9...20,6	M90(2)
П6	7, 5, 3, 1	85...95	26,1...30,7	M100(2)
П7	8, 6, 4, 2	95...105	43,5...51,3	M125(2)

Примечания. 1. В качестве верхней подкладки рекомендуется использовать клиновую пару. 2. Цифра в скобках указывает, что около фундаментного болта следует устанавливать два пакета.

Меньшие трудоемкость и расход металла достигаются при установке оборудования с использованием клиновых подкладок (рис. 12.10), размеры которых приведены в табл. 12.14.

Качество подбора пакета подкладок и закрепления оборудования проверяют в затянутом состоянии обстукиванием молотком. При этом подкладки должны издавать звук без дребезжания.

Установку на бетонные опоры выполняют так же, как при сплошном опирании оборудования на фундамент.

При использовании регулируемых опор выверку осуществляют аналогично выверке оборудования, устанавливаемого со сплошным опиранием на подливку. После выверки оборудование окончательно закрепляют и не подливают.

Применяют также установку оборудования непосредственно на фундамент с опиранием на лапы корпусной детали. Фундамент в местах опирания предварительно выравнивают с требуемой точностью, а выверку по высоте не проводят.

Предварительную установку рам, каркасов, плит и их закрепление на фун-

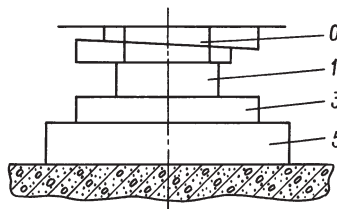


Рис. 12.9. Пирамидальный пакет подкладок:
0, 1, 3, 5 — номера подкладок

даментах проводят так же, как и оборудования. Например, предварительную установку основания 4 (рис. 12.11) опоры 2 цилиндра 1 компрессора осуществляют бесподкладочным способом на регулировочных винтах 7. Основание 4 закрепляют фундаментными болтами 5, предварительно залитыми до уровня опорной подкладки 6. Подливают основание 4 до уровня фундамента. Положение опоры 2 регулируют с помощью отжимных винтов 8 и регулировочных подкладок 3.

Без выверки по высоте монтируют оборудование, не требующее высокой точности расположения, а также оборудо-

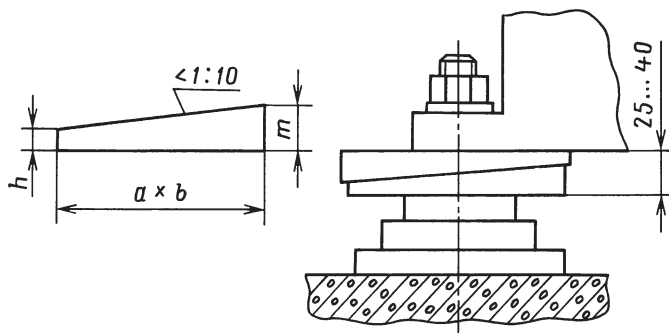


Рис. 12.10. Клиновые подкладки

12.14. Размеры клиновых подкладок

Типо- размер	Размеры, мм (см. рис. 12.10)			Диаметр резьбы фундаментных болтов	Пределы регулирования высоты подъема подкладок, мм	Масса 1 шт, кг
	$a \times b$	h	m			
75×50	75×50	7,5	15	До М36	7,5	0,33
100×75	100×75	10	20	М36...М64	10	0,9
150×100	150×100	10	25	М64...М90	15	2,1

дование, устанавливаемое на точно выверенные поверхности опорных конструкций.

Выверку и закрепление на пакетах постоянных и временных подкладок осуществляют так же, как при установке оборудования с местным опиранием на фундамент. При этом значительное внимание обращают на подготовку посадочных мест, которая заключается в зачистке, устранении забоин, заусенцев, а иногда — в шабрении. В ответственных случаях каждый пакет временных подкладок поочередно заменяют одной постоянной подкладкой, пришабренной к опорным поверхностям.

Установка оборудования с виброизоляцией. С активной виброизоляцией устанавливают оборудование, динамические нагрузки от которого на фундаменты, пол или перекрытия промышленных зданий необходимо уменьшить. С пас-

сивной виброизоляцией монтируют оборудование, нуждающееся в изоляции от вибраций и ударов, передающихся от соседнего оборудования, проходящего транспорта и т.д.

Виброизолирующие равночастотные опоры типа ОВ-31 и ОВ-70 предназначены для активной и пассивной виброизоляции станков среднего размера высокой и нормальной точности с жесткими станинами при наличии стационарных и случайных колебаний. Виброизолирующие равночастотные виброопоры соответствуют требованиям ТУ 4192-020-00861713—2004.

Оборудование, установленное с виброизоляцией, обычно не закрепляют. Для его установки применяют виброизолирующие опоры, прокладки и коврики различной жесткости (табл. 12.15 и 12.16).

Пол или фундамент в местах расположения опор выравнивают по гори-

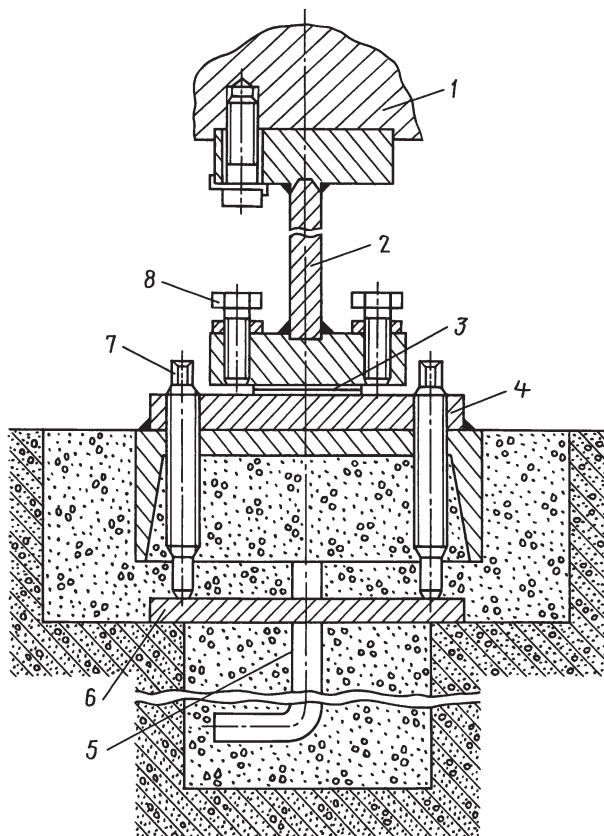


Рис. 12.11. Схема установки компрессора

зонтали и зачищают. При установке оборудования на виброизолирующих опорах их обычно предварительно прикрепляют к удерживаемой на весу станине. После опускания оборудования на фундамент регулированием винта выверяют оборудование по уровню и равномерно загружают опоры. В связи с тем что на виброизолирующих опорах обычно устанавливают отдельно стоящее оборудование, не связанное между собой кинематически, выверку в плане практически не проводят.

Для уменьшения горизонтальных колебаний оборудования виброопоры крепят к станине гайкой-втулкой (рис. 12.12, а) или обычными гайками с фиксирующими втулками (рис. 12.12, б).

Виброизолирующие прокладки и коврики предварительно укладывают на тщательно выровненный по горизонтали пол. Так как при этом выверка оборудования весьма затруднена, часто используют установку оборудования с регулируемыми опорами, размещенными между станиной и ковриком (рис. 12.13).

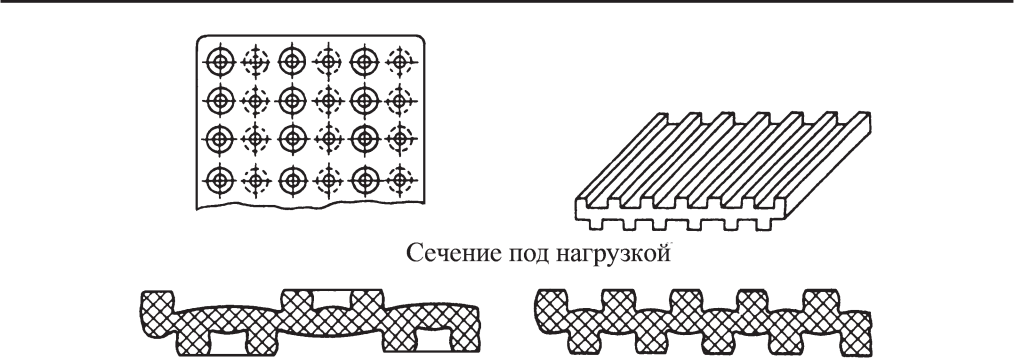
Применение виброизолирующих опор и ковриков значительно упрощает установку и выверку, часто позволяет отказаться от устройства фундаментов и устанавливать оборудование непосредственно на пол или перекрытия, что дает значительный экономический эффект.

12.15. Виброизолирующие опоры



Технические характеристики	ОВ-31	ОВ-70
Рабочая нагрузка, кг:		
минимальная	250	150
максимальная	4500	500
Предел регулирования по высоте при установке станков, мм	15 ± 2	10 ± 2
Масса опоры, кг	1,34	0,4

12.16. Виброизолирующие коврики



Параметр	KB1-1	KB1-2	KB1-3	KB2-1	KB2-2	KB2-3
Высота, мм	21				26	
Размеры, мм	350×350					
Характеристика деформации:						
сжатие, мм		1,4			1,8	2,1
отношение продольной жесткости к вертикальной	1,5	1,1	1,3	1,8	0,6	1,3

Окончание табл. 12.16

Параметр	KB1-1	KB1-2	KB1-3	KB2-1	KB2-2	KB2-3
отношение поперечной жесткости к вертикальной	1,5	1,1	1,3	1,1	0,7	1,2
сжатие, мм	3				3,9	4,5
отношение продольной жесткости к вертикальной					2,3	1,7
отношение поперечной жесткости к вертикальной					2,5	1,5

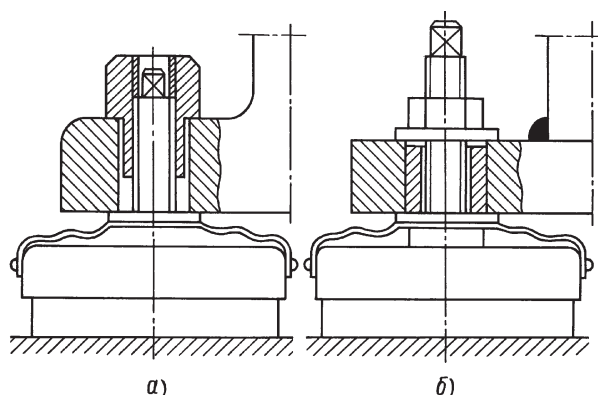


Рис. 12.12. Установка оборудования на виброизолирующих опорах с креплением:
 а — гайкой-втулкой; б — фиксирующей втулкой

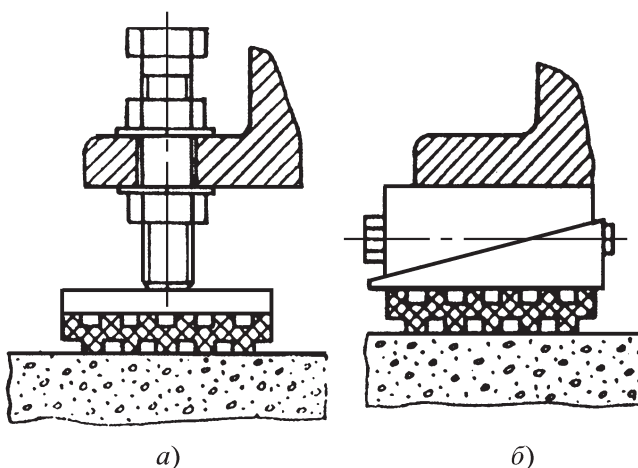


Рис. 12.13. Установка оборудования на виброизолирующих ковриках с применением
 отжимных винтов (а) и регулируемых клиновых подкладок (б)

12.3. Закрепление оборудования

Предварительное закрепление оборудования при установке со сплошным опиранием на подливку проводят после выверки во избежание его смещения. При этом затягивают только гайки фундаментных болтов, расположенных вблизи опорных элементов, с помощью стандартных гаечных ключей без надставок. При затяжке фундаментных болтов диаметром до 24 мм сила на ключе не должна превышать 200 Н.

При выверке оборудования посредством упругих элементов процесс предварительной затяжки совмещают с выверкой. После предварительного закрепления контролируют положение оборудования.

Окончательное закрепление оборудования, устанавливаемого с местным или смешанным опиранием, осуществляют сразу после выверки, а устанавливаемого со сплошным опиранием на подливку — после достижения бетоном 70 % проектной прочности, о чем от строительной организации необходимо получить соответствующую справку.

Окончательно затягивать фундаментные болты следует равномерно в два-три обхода. Вначале затягивают болты, расположенные по осям симметрии опорной части, затем более удаленные от оси симметрии.

Для затяжки используют стандартные ключи, гайковерты и специальные приспособления. Можно также применять затяжку фундаментных болтов вытяжкой. Для этого при заданной силе затяжки предварительно рассчитывают вертикальное перемещение Δl торца болта вследствие удлинения его стержня и деформаций в зоне анкеровки. На фундамент устанавливают домкраты, выравнивая их установочные поверхности по нивелиру с занижением высотной отметки относительно заданной для опорной поверхности оборудования на величину перемещения Δl .

Иногда выверяют оборудование, установленное на домкраты, по горизонтали и высоте с занижением на величину Δl , используя в качестве баз его исполнительные поверхности. Затем завинчивают гайки до их упора в станину и, используя домкраты, поднимают оборудование до проектной отметки, вытягивая фундаментные болты. В этом положении фиксируют домкраты, огораживают их опалубкой и подливают оборудование. После твердения подливки домкраты извлекают, а оставшиеся ниши заполняют бетоном.

Ответственное оборудование закрепляют с заданной силой затяжки $P_{\text{зат}}$ фундаментных болтов и контролируют его: по крутящему моменту; перемещению торца фундаментного болта; углу поворота гайки; силе на вытяжных домкратах.

При заданной силе затяжки $P_{\text{зат}}$ крутящий момент (Н · м)

$$M_k = P_{\text{зат}} \xi,$$

где ξ — коэффициент, учитывающий геометрические параметры резьбы, а также трение на участке свинчивания и торце гайки, м.

Значения коэффициента ξ принимают по табл. 12.17. При отсутствии в технической документации указаний о силе затяжки крутящий момент M_k принимают по табл. 12.18. Перемещение Δl торца при заданной силе затяжки для съемных и глухих болтов указывают в технологической документации.

При установке оборудования со сплошным опиранием на подливку и заданном перемещении торца болта для глухих и съемных болтов силу затяжки можно контролировать по расчетному углу поворота гайки

$$\alpha_3 = \frac{360^\circ}{m} \Delta l,$$

где P — шаг резьбы, мм.

При определении вертикальных перемещений торца болта следует пользо-

12.17. Коэффициент ξ при контроле затяжки по крутящему моменту

Диаметр резьбы болтов, мм	Коэффициент ξ	Диаметр резьбы болтов, мм	Коэффициент $\xi \cdot 10^2$
M10	$2 \cdot 10^{-3}$	M56	1,4
M12	$2,4 \cdot 10^{-3}$	M64	1,7
M16	$2,2 \cdot 10^{-3}$	M72×6	1,9
M20	$4,4 \cdot 10^{-3}$	M80×6	2,1
M24	$5,8 \cdot 10^{-3}$	M90×6	2,3
M30	$7,5 \cdot 10^{-3}$	M100×6	2,5
M36	$9 \cdot 10^{-3}$	M110×6	2,8
M42	$1,1 \cdot 10^{-3}$	M125×6	3,2
M48	$1,2 \cdot 10^{-3}$	M140×6	3,5

12.18. Крутящие моменты

Диаметр резьбы болта, мм	Крутящий момент, Н · м	Диаметр резьбы болта, мм	Крутящий момент, Н · м
M10	8...12	M42	1000...1500
M12	12...24	M48	1100...2300
M16	30...60	56	2200...3700
M20	50...100	64	4000...6000
M24	130...250	72×6	5000...8600
M30	300...500	90×6	8000...12 000
M36	600...950	100×6	12 000...16 800

ваться часовыми индикаторами, прецизионными нивелирами и другими приборами, обеспечивающими возможность измерения относительно ненагруженной поверхности фундамента с высокой точностью.

Угол поворота гайки определяют с помощью мерных подкладок, транспортов и других приспособлений, обеспечивающих точность измерений не менее $\pm 2^\circ$.

Крутящий момент M_k можно контролировать с использованием предельных

и динамометрических ключей. В случае применения редкоударных гайковертов крутящий момент следует контролировать по времени работы гайковерта либо по числу ударов.

При закреплении оборудования, работающего со значительными динамическими нагрузками, гайки болтов предохраняют от самоотвинчивания путем их стопорения, которое осуществляют контргайками, пружинными шайбами (ГОСТ 6402–70), стопорными шайбами с лапками (ГОСТ 13463–77).

Необходимость установки контргаяк, пружинных и стопорных шайб указывают в инструкции на монтаж оборудования. После выверки и закрепления составляют акт о соответствии установки оборудования на фундаментах требованиям технической документации. После опробования оборудования под нагрузкой проверяют затяжку фундаментных болтов.

Подливка оборудования. Подливаемые поверхности оборудования до его установки на фундаменты должны быть обезжирены и промыты чистой водой.

Все работы по подливке выполняет строительная организация под наблюдением представителя монтажной организации не позже, чем через 48 ч после

того, как проверены точность выверки оборудования и оформлены соответствующие акт и заявка. Поверхность фундаментов перед подливкой очищают от посторонних предметов, масел и пыли. Затем поверхность увлажняют, не допуская при этом скопления воды в углублениях и приямках.

При наличии в фундаменте съемных (анкерных) болтов перед подливкой оборудования предпринимают меры по изоляции от сцепления с бетоном (рис. 12.14, а). Для этого пространство между стержнем 2 болта и стенками анкерной арматуры 4 заполняют сухим песком 5 (рис. 12.14, б). При наличии зазоров между анкерной плитой 8 и за-

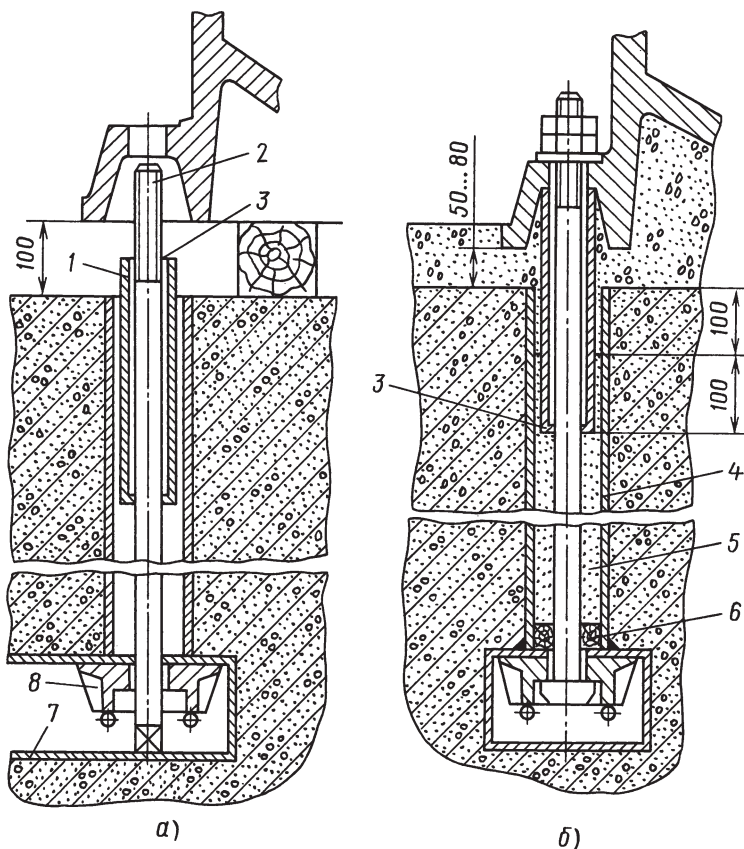


Рис. 12.14. Установка съемных болтов перед подливкой оборудования

кладной коробкой 7 их уплотняют прокладкой 6. На верхней части стержня 2 устанавливают защитную трубку 1 с уплотняющим шнуром 3.

Бетонную смесь или раствор с применением вибраторов подают через отверстия в опорной части или с одной стороны подливаемой детали до тех пор, пока с противоположной стороны смесь или раствор не достигнут уровня, на 20...30 мм превышающего высоту основанной части подливки. Смесь или раствор следует подавать без перерывов. Уровень смеси или раствора со стороны подачи должен превосходить уровень

подливаемой поверхности оборудования не менее чем на 100 мм.

Для подливки оборудования 4 (рис. 12.15) сложной конфигурации или с большой площадью опорной поверхности применяют специальные лотки-накопители 1. Подливаемое пространство огораживают опалубкой 2, а подачу бетонной смеси осуществляют с помощью вибратора 3. Во избежание усадочных деформаций смеси для подливки должны иметь осадку конуса ≤ 1 см и прочность при сжатии 10 с. Для повышения пластичности смеси на период подливки применяют специальные добавки.

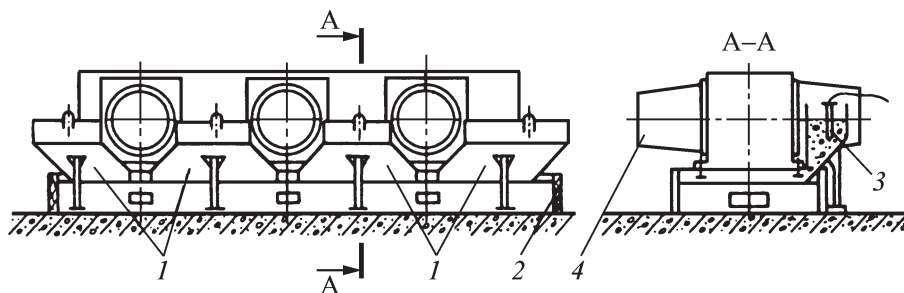


Рис. 12.15. Схема применения лотков-накопителей для подливки оборудования

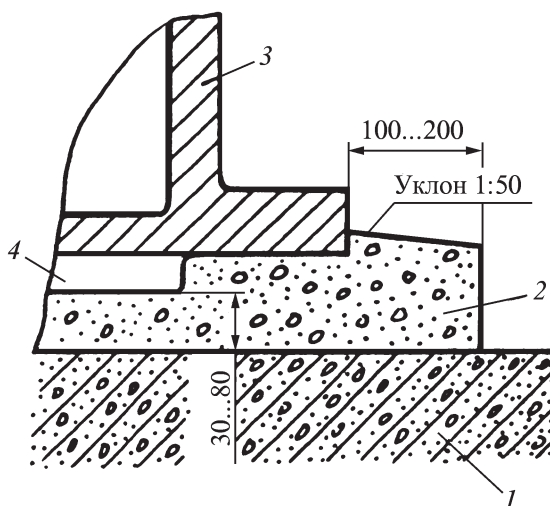


Рис. 12.16. Схема подливки оборудования

Расстояние от опорной части оборудования до края слоя подливки должно составлять 100...200 мм (рис. 12.16). Минимальная высота слоя 2 подливки между ребрами жесткости 4 и фундаментом 1 должна быть не менее 50 мм. Высота слоя подливки, лежащего вне опорной детали, должна на 20...30 мм превышать высоту основной части подливки.

Поверхность подливки, примыкающей к опорной части оборудования 3,

должна иметь уклон в сторону от оборудования, равный 1:50. Эту поверхность в течение 3 сут после подливки необходимо систематически увлажнять, а для сохранности влаги поверхность следует посыпать древесными опилками или укрывать мешковиной. После окончательного закрепления оборудования эту поверхность, если требуется, защищают специальными покрытиями.

ИСПЫТАНИЕ И СДАЧА ОБОРУДОВАНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

13.1. Виды, состав и особенности индивидуальных испытаний и обеспечение безопасности их выполнения

Смонтированное оборудование подвергается индивидуальным испытаниям. Различают следующие виды индивидуальных испытаний: на прочность и герметичность (сосуды, аппараты, трубопроводы и системы: смазочные, гидравлики, пневматики и т.д.); вхолостую и под нагрузкой (машины, механизмы и аппараты с приводом).

При индивидуальных испытаниях выполняют также обеспечивающие их надежное проведение наладочные работы.

Возможность начала индивидуального испытания оборудования устанавливается совместно монтажной организацией, шефперсоналом завода-изготовителя и представителями технического надзора заказчика. Оборудование и трубопроводы, подведомственные органам государственного надзора, испытывают в соответствии с правилами, утверждаемыми этими органами.

Перед пневматическими и гидравлическими испытаниями оборудования и трубопроводов необходимо разработать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- разрушающихся конструкций;
- повышенной загазованности воздуха рабочей зоны;
- повышенного напряжения в электрической цепи, которая может замкнуться через тело человека;
- обрушающихся горных пород.

При наличии этих факторов безопасность испытания оборудования и трубо-

проводов должна быть обеспечена путем выполнения содержащихся в организационно-технологической монтажной документации [проектах организации строительства (ПОС), проектах производства работ (ППР) и др.] следующих решений по охране труда:

- определения программы испытания;
- мер безопасности при проведении работ в траншеях, колодцах и на высоте;
- особых мер безопасности при пневматических испытаниях оборудования и трубопроводов, а также опробования оборудования под нагрузкой.

Испытание смонтированного оборудования следует проводить в соответствии с требованиями строительных норм и правил.

Испытания оборудования и трубопроводов должны проводиться под непосредственным руководством специально выделенного лица из числа специалистов монтажной организации.

Перед испытанием оборудования необходимо:

- руководителю работ ознакомить персонал, участвующий в испытаниях, с порядком проведения работ и мероприятиями по их безопасному выполнению;
- предупредить работающих на смежных участках о времени испытаний;
- провести визуальную, а при необходимости, с помощью приборов проверку крепления оборудования, состояния изоляции и заземления электрической части, наличия и исправности арматуры, пусковых и тормозных устройств, контрольно-измерительных приборов и заглушек;
- оградить и обозначить соответствующими знаками зону испытаний;

- установить, если нужно, аварийную сигнализацию;
 - обеспечить возможность аварийного выключения испытуемого оборудования;
 - проверить отсутствие внутри и снаружи оборудования посторонних предметов;
 - обозначить предупредительными знаками временные заглушки, люки и фланцевые соединения;
 - установить посты из расчета один пост в пределах видимости другого, но не реже чем через каждые 200 м друг от друга, для предупреждения об опасной зоне;
 - определить места и условия безопасного пребывания лиц, занятых испытанием;
 - привести в готовность средства пожаротушения и обслуживающий персонал, способный к работе по ликвидации пожара;
 - обеспечить освещенность рабочих мест не менее 50 лк;
 - определить лиц, ответственных за выполнение мероприятий по обеспечению безопасности, предусмотренных программой испытаний.
- Устранять недостатки на оборудовании, обнаруженные в процессе испытания, следует после его отключения и полного останова.

Одновременное гидравлическое испытание нескольких трубопроводов, смон-

тированных на одних опорных конструкциях или эстакаде, допускается в случае, если эти опорные конструкции или эстакады рассчитаны на соответствующие нагрузки.

При нахождении трубопроводов вблизи жилых или эксплуатируемых общественных или промышленных зданий их пневматические испытания можно проводить при условии, что оконные и дверные проемы этих зданий, находящиеся в пределах опасной зоны, определяемой табл. 13.1, должны быть закрыты защитными ограждениями (щитами, решетками), а границы опасной зоны обозначены сигнальными ограждениями или знаками безопасности. Нахождения лиц в опасной зоне в период нагнетания в трубопровод воздуха и при выдерживании трубопровода под давлением при испытании на прочность не допускается.

Нельзя проводить пневматические испытания трубопроводов в действующих цехах, а также на эстакадах, в каналах и лотках, где уложены действующие трубопроводы.

При испытании осмотр оборудования разрешается только после снижения испытательного давления до рабочего.

При продувке оборудования и трубопроводов по окончании испытания перед открытыми люками и штуцерами

13.1. Допускаемое расстояние от бровки траншеи и торцов трубопроводов до границы опасной зоны

Материал труб	Испытательное давление (предварительное или приемочное), МПа	Диаметр трубопровода, мм	Расстояние от бровки траншеи и торцов трубопроводов до границы опасной зоны, м
Сталь	0,6...1,6	До 300	7
		300...1000	10
		Св. 1000	20

должны быть установлены защитные ограждения (экраны).

Испытание оборудования и трубопроводов под нагрузкой следует проводить, закончив испытания его вхолостую.

Начинать испытание оборудования разрешается только после своевременного предупреждения окружающих лиц и получения разрешения руководителя испытаний.

В процессе испытаний оборудования не допускается:

- снимать защитные ограждения;
- открывать люки, ограждения, чистить и смазывать оборудование, прикасаться к его движущимся частям;
- проверять и исправлять электрические цепи, электрооборудование и приборы автоматики.

При пневматическом испытании трубопроводов предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на соответствующее давление.

Обстукивания сварных швов непосредственно во время испытаний трубопроводов и оборудования не допускается.

Присоединение и разъединение линий, подводящих воздух от компрессора к испытываемому трубопроводу, разрешается только после прекращения подачи воздуха и снижения давления до атмосферного.

Осмотр трубопроводов возможен лишь после снижения давления, МПа:

- в стальных и пластмассовых трубопроводах до 0,3;
- в чугунных, железобетонных и асбестоцементных трубопроводах до 0,1.

Дефекты трубопроводов следует устранять, снизив давление до атмосферного.

Испытания на герметичность и прочность. Испытаниям на герметичность и прочность водой или воздухом под пробным давлением должны подвергаться все сосуды и аппараты, работающие под давлением, которые собирали на строительстве.

Поставленные на монтажную площадку полностью собранные и испытанные на заводе-изготовителе сосуды и аппараты испытаниям на герметичность и прочность не подлежат, кроме случаев, когда в процессе их транспортирования и монтажа получены повреждения или когда истекли сроки гарантийного хранения, а также при выполнении на монтаже сварки, пайки и вальцовки элементов, работающих под давлением.

Испытание сосудов и аппаратов водой с установленными деталями крепления и прокладками, предусмотренными в технической документации, осуществляют при удовлетворительных результатах внутреннего осмотра.

Пробное давление при испытании сосудов и аппаратов водой, предназначенных для работы с различной температурой, приведено в табл. 13.2. Коэффициент K учитывает снижение прочности материала стенок при рабочих температурах.

Для сосудов и аппаратов, работающих под давлением при отрицательных температурах, пробное давление такое же, как и при 20 °С. Значение коэффици-

13.2. Пробное давление для испытания сосудов водой

Сосуды	Рабочее давление p , МПа (кгс/см ²)	Пробное давление, МПа (кгс/см ²)
Все, кроме литых	Ниже 0,5 (5)	1,5 pK , но не менее 0,2 (2)
То же	0,5 (5) и выше	12,5 pK , но не менее $(p+0,3)$ $[(p+3)]$
Литые	Независимо от давления	1,25 pK , но не менее 0,3 (3)

циента K принимают для наименее прочного материала деталей оборудования.

При испытании водой сосудов и аппаратов температура воды должна быть 5...40 °С или соответствовать указанию технической документации. Разрешается проводить испытания только тогда, когда температуры воды и окружающей среды не различаются более чем на 5 °С. При заполнении оборудования холодной водой и появлении на его наружной поверхности росы испытание разрешается осуществлять после высыхания стенок аппарата.

Сосуды и аппараты испытывают до нанесения защитного покрытия или изоляции.

Перед испытанием следует удалить из сосуда воздух, затем необходимо плавно увеличивать и снижать давление, контролируя его значение по манометру. Технические характеристики насосов, применяемых при испытаниях, приведены в табл. 13.3.

Оборудование должно находиться под пробным давлением в течение определенного времени (табл. 13.4.), после чего давление снижают до рабочего значения и осматривают оборудование, об-

13.3. Насосы для испытания сосудов и аппаратов водой

Тип насоса	Давле- ние на- гнета- ния, МПа	Подача, м ³ /ч	Габаритные размеры, мм			Масс, кг, не более
			Длина	Ширина или диаметр	Высота	
Установка МГН-720/100	10	0,063	800	635	800	193
Агрегат:						
передвижной НП-600	63	0,25	1440	570	650	293
НШ-40	1,6	1,08	640	320	295	51
переносной с ручным при- водом:						
НР-15	44,1	1,9	—	Ø465	570	28
НР-450	45	—		Ø460	635	40
СТД-1751	2,0			Ø320	450	25

13.4. Время выдержки сосудов под давлением при испытании водой

Сосуды	Толщина стенки, мм	Время, мин
Все, кроме литых	До 50	10
	50...100	20
	Св. 100	30
Литые и многослойные	Любая	60

рающая основное внимание на вальцованные и сварные соединения.

При резком падении давления в процессе испытания или возникновении шума, ударов или стука внутри сосуда испытание прекращают для установления и устранения причин нарушений.

Оборудование признается выдержавшим испытание водой при отсутствии на нем признаков разрыва, течи, потения и видимых остаточных деформаций.

Аппараты, работающие при давлении окружающей среды, испытывают путем налива в них воды, выдержки в течение 4 ч и обстукивания сварных соединений молотком. При невозможности испытания оборудования водой (вследствие низкой температуры воздуха, недостаточной прочности опорных конструкций) герметичность сварных соединений проверяют керосином. На наружную сторону сварного стыка наносят меловой раствор или каолин, после высыхания которого внутреннюю поверхность шва смачивают керосином не менее двух раз с перерывом 10 мин. Если в соединении имеются поры, неплотности, то на меле через некоторое время образуются пятна. Время этого испытания приведено в табл. 13.5.

13.5. Время испытания (мин) сварных швов керосином

Толщина шва, мм	Положение сварного шва	
	нижнее	вертикальное или поперечное
До 4	20	30
От 4 до 10	25	35
Св. 10	30	40

Для проверки герметичности сварных соединений используют вакуумные агрегаты с электроприводом и насосами РВН-20 или НВР-ЗД.

При испытании сосудов и аппаратов воздухом последний должен быть очищен от масла и осушен. Давление повышают до пробного поэтапно, с выдержкой через определенные интервалы времени (табл. 13.6.). Для этих испытаний используют следующие компрессоры с давлением нагнетания, МПа:

Передвижные:

АКС-8	23
КС-9	0,6
Самоходный УКП-80	9
Бесколесный ВК-25Д	2,5
Переносной КВД	6

13.6. Режим испытаний воздухом

Давление, МПа	Время, мин	
	повышение давления	выдержки
До 0,1	15	10
От 0,1 до 2	30	10
» 2 » 5	40	15
» 5 » 10	50	15

Осмотр сосудов и аппаратов, эксплуатируемых при рабочем давлении до 0,2 МПа, осуществляется при достижении 60 % давления при испытании, а эксплуатируемых при давлении 0,2 МПа и выше — при достижении 30 и 60 % давления при испытании. При осмотре аппаратов давление не повышают.

После выдержки аппарата под пробным давлением в течение 5 мин давление снижают до рабочего и проверяют герметичность сварных соединений нанесением на них мыльного раствора. Запрещается обстукивать оборудование, находящееся под давлением. При испытании воздухом измеряют падение давления в течение 24 ч:

$$\Delta p = \frac{1000}{t_{\text{и}}} \left(1 - \frac{p_{\text{к}} T_{\text{к}}}{p_{\text{н}} T_{\text{н}}} \right),$$

где Δp — падение давления за 1 ч (% к испытательному давлению); T_n, T_k — температура в начале и конце испытания, °; p_n, p_k — суммарное давление в начале и конце испытаний (манометрическое и барометрическое), МПа; $t_{\text{и}}$ — время испытаний, ч.

Оборудование для токсичных рабочих газов признается выдержавшим испытание воздухом на герметичность при падении давления за 1 ч не более чем на 0,1 и 0,2 % — при взрыво- и пожароопасных средах соответственно. После испытания воздухом давление в аппарате снижают постепенно с интервалами, указанными в табл. 13.7.

Для оборудования, работающего в вакууме под остаточным давлением, проводят испытание водой под пробным давлением 0,2 МПа или давлением, указанным на рабочих чертежах оборудования. Результаты испытания на герметичность и прочность оформляют в виде акта.

13.7. Интервалы снижения давления после испытаний воздухом

Давление, МПа	Время снижения давления, мин
От 10 до 5	90
» 5 » 2	60
» 2 » 1	30
» 1 » 0,1	30
» 0,1 » 0	5

Испытания оборудования вхолостую. К началу испытаний оборудования вхолостую должны быть смонтированы системы смазочные, гидравлики, пневматики, охлаждения, управления и контроля, электрооборудования, защитного заземления, автоматизации, противопожарной защиты, а также коммуникации для подвода воды, газа, воздуха и т.д. У ком-

прессоров, воздуходувок, турбин, насосов и т.п. заказчик проверяет чистоту фильтров и участков всасывающих трубопроводов от ближайшего аппарата. При необходимости трубопроводы продувают сжатым воздухом.

До обкатки оборудования вхолостую проверяют комплектность и готовность механической и электрической частей, точность установки и закрепления оборудования в проектом положении, наличие ограждений и других элементов, обеспечивающих безопасную работу, отсутствие дефектов и несогласованных отступлений от проекта.

При подготовке к испытаниям необходимо проверить: смазку в узлах зацепления, муфтах и подшипниковых опорах; легкость и правильность вращения узлов машин; затяжку резьбовых соединений; прочность и надежность закрепления оборудования; бесперебойность поступления масла во все смазываемые точки; герметичность сальниковых и других типов уплотнений.

Возможность обкатки и программу испытаний монтажная организация согласовывает с заказчиком.

В процессе обкатки проверяют взаимодействие движущихся частей: смазку зубчатых зацеплений, подшипников, поверхностей скольжения; герметичность соединений и уплотнений; работу подшипников; радиальное и торцовое биения муфт, валов, зубчатых колес, маховиков и т.д.; правильность зацеплений и их шумовую характеристику. При этом контролируют показания приборов; работу тормозов, контргрузов, натяжных цепей; действие удерживающих, блокирующих и захватывающих устройств, ограничителей движения узлов и деталей.

Порядок испытания и его продолжительность устанавливаются техническими условиями завода-изготовителя, которые уточняют при разработке программы испытания оборудования. Обкатку машин начинают при малой час-

тоте вращения валов. Предварительно для проверки направления вращения валов кратковременно включают привод. По мере приработки зацеплений, подшипников и трущихся поверхностей скорость доводят до нормы. Для оборудования, смонтированного в соответствии с технической документацией, время испытания составляет 7...8 ч (кроме поршневых компрессоров).

При отсутствии специальных указаний в технических условиях обкатку проводят в течение 8 ч для оборудования, работающего непрерывно или с незначительными перерывами; 4 ч для оборудования, функционирующего с большими или частыми перерывами (циклично), и 2 ч для оборудования, работающего периодически.

Испытание считается удовлетворительным, если по истечении периода обкатки оборудование не останавливали и проверяемые узлы работали без отклонений от нормы, при правильном взаимодействии движущихся частей и т.п.

При испытаниях вхолостую должна обеспечиваться работа оборудования без стуков, чрезмерного шума и вибраций. Давление масла в системах принудительной циркуляции должно быть стабильным и в пределах нормы, а при падении давления масла должна срабатывать блокировка электропитания оборудования. При этом нельзя допускать утечек масла из корпусов подшипников и соединений. Системы водяного или воздушного охлаждения должны работать бесперебойно и надежно. Разрешается нагрев корпусов подшипников на 35...40 °С выше температуры окружающего воздуха, но не более 60...70 °С, кроме случаев, оговоренных в технических условиях завода-изготовителя.

При отклонении от норм, установленных техническими условиями и строительными нормами и правилами, оборудование останавливают для выявления и устранения дефектов. Те из них,

которые допущены по вине монтажной организации, устраняются ею без дополнительной оплаты; дефекты оборудования ликвидирует завод-изготовитель.

Допускается проводить испытания оборудования при подаче напряжения по временной схеме от переносных пусковых станций типа ППС-30 (100), позволяющих проводить обкатку машин с электроприводом постоянного тока мощностью 30...100 кВт. Для испытания оборудования с электродвигателями как переменного, так и постоянного тока можно использовать контроллеры мостовых кранов.

Испытания оборудования под нагрузкой. При обкатке под нагрузкой выполняют отдельные пуски оборудования, в процессе которых постепенно повышают рабочие параметры (производительность, давление, мощность и т.д.) с последующим остановом для осмотра и устранения неполадок, а также непрерывное испытание на рабочих режимах. При этом контролируют работу тех же узлов систем, что и при обкатке вхолостую, а кроме того, определяют вибрацию оборудования или его отдельных узлов, например подшипников, которая должна соответствовать проектным значениям. После испытания под нагрузкой проверяют затяжку гаек фундаментных болтов.

13.2. Особенности испытаний оборудования различных типов

Зубчатые передачи (редукторы) и муфты обкатывают на холостом ходу при малой, средней и максимальной частотах вращения и под нагрузкой совместно с машинами и механизмами, в состав которых они входят.

Перед испытанием проверяют уровень масла в редукторах. Уровень масла в картере поддерживается таким, чтобы зубья смазывающего колеса по всей рабочей зоне зацепления были погружены в масло: в цилиндрических передачах и

зацеплениях Новикова, работающих со скоростью 3 м/с, — на всю высоту зуба; в конических передачах, чья скорость до 5 м/с, — на всю длину зуба; в червячных и глобоидных передачах при нижнем расположении червяка — на высоту витка его нарезки, при верхнем — на всю высоту зуба червячного колеса.

При обкатке шум в зубчатых зацеплениях должен быть незначительным ровным однотонным без стука и периодического изменения звучания.

Дефекты изготовления и монтажа, изменяющие характер шума, представлены ниже.

Характер шума	Причины, вызывающие повышенный шум
Шум, напоминающий периодическое шелканье зубьев, в особенности у ведомого колеса	Некачественное изготовление колеса — наличие больших отклонений в окружном шаге. Увеличение бокового зазора между зубьями против нормы
Резкий металлический скрежет, вызывающий вибрацию корпуса редуктора	Недостаточный боковой зазор между зубьями передачи. Расцентровка колес пары. Наличие острых кромок на головках зубьев или канавок на рабочем профиле зубьев
Стук в червячном редукторе, особенно при реверсе вращения червяка	Чрезмерный осевой разбег червяка или большая «выработка» зубьев червячного колеса

Уровень шума определяется шумомером на расстоянии 0,5 м от корпуса и не должен превышать 70...85 дБ для цилиндрических и конических передач при скорости 6...15 м/с и 60...70 дБ для червячных и глобоидных передач при частоте вращения 700... 1500 мин⁻¹.

Температура нагрева не должна превышать заданной в технической документации.

В случае обнаружения течи масла, чрезмерного нагрева корпуса, недопустимых шумов, стуков, вибраций и т.д. испытание следует приостановить и вы-

явить их причину, при необходимости — проверить межцентровое расстояние, боковой и радиальный зазоры. Отклонения не должны превышать допустимых норм, приведенных в ГОСТ 1643—81, 1758—81, 3675—81, 16502—83.

В муфтах перед обкаткой проверяют затяжку болтовых соединений в месте разъема методом обстукивания. При биении и нагреве муфт во время испытания необходимо проверить их центрирование и отклонение от соосности валов.

Колодочные тормоза. В процессе испытаний регулируют тормоза типа ТКТ и ТКП (с электромагнитом соответственно переменного и постоянного тока), устанавливая нормальный ход якоря, настраивая главную пружину и ход колодок. Для установки нормального хода якоря скобу оттягивают и поворачивают на 90°. Удерживая установочную гайку, ключом за хвостовик вращают шток до тех пор, пока отход якоря не достигнет величины, заданной в паспорте.

Регулирование главной пружины заключается в установлении такой ее рабочей длины, которая бы обеспечила необходимую силу, определяемую тормозным моментом. Установочную длину принимают по паспорту пружины.

Равномерность отхода колодок определяют при расторможенном тормозе. Для этого гайку прижимают к рычагу и, удерживая ключом, вращением штока за хвостовик раздвигают рычаги до тех пор, пока якорь не коснется сердечника катушки. Затем регулировочным болтом устанавливают одинаковые зазоры между шкивом и обкладками колодок.

Электрогидравлический толкатель заполняют маслом, марка которого зависит от температуры окружающего воздуха.

Проверенный и предварительно отрегулированный тормоз подвергают и регулированию под нагрузкой. При этом контролируют плавность торможения, длину тормозного пути, способ-

ность тормоза надежно удерживать груз на весу.

Поршневые компрессоры. Перед испытанием компрессора обязательно отдельно обкатывают вхолостую электродвигатель не менее 2 ч до установления нормальной температуры подшипников.

Компрессоры вначале испытывают вхолостую, а затем под нагрузкой совместно с системами контроля, сигнализации и защиты автоматического управления.

Предварительно осуществляют пробный пуск компрессоров, обычно со снятыми клапанами, перед которым проверяют уровень масла в системе смазки и заполняют систему охлаждения водой. Включая масляные насосы, контролируют подачу масла во всех точках, подлежащих смазыванию.

При пробном пуске вначале проверяют направление вращения коленчатого вала путем кратковременного включения компрессора, после чего выполняют повторный пуск, доводя частоту вращения до номинальной, и останавливают компрессор. В это время следят за показаниями манометра системы циркуляционной смазки. При отсутствии неисправностей в работе и нормальной смазке компрессор вновь включают на 5 мин.

После его останова проверяют нагрев коренных и кривошипных подшипников и других деталей, прочность крепления движущихся частей и сохранность шплинтов на гайках крейцкопфных пальцев и шатунных болтах. Если при этом не наблюдалось резкого шума, стука, перегрева и т.д., вновь запускают компрессор на 30 мин, а затем на 1 ч. В случае положительных результатов осмотра и при отсутствии неисправностей осматривают масляный фильтр, очищают его от грязи и промывают керосином, затем включают компрессор на 8...10 ч непрерывной работы.

После обкатки заменяют масло, очищают маслосборники, корпуса фильтров и т.д. и продувают каждую ступень

компрессора и его системы воздухом. Время продувки каждой коммуникации составляет не менее 2 ч.

Компрессоры испытывают под нагрузкой при рабочем давлении воздухом или азотом в зависимости от среды, на которой будет работать компрессор при эксплуатации. Нагрузку при испытании повышают постепенно в несколько этапов в соответствии с инструкцией по эксплуатации с постоянным контролем работы компрессора. Основное внимание при этом обращают на контроль:

- работы системы смазки, клапанов, штоков, сальников;
- температуры и давления газа по ступеням;
- температуры трущихся поверхностей кривошипно-шатунного механизма, в том числе коренных подшипников;
- давления и подачи воды в систему охлаждения;
- плотности и прочности трубопроводов;
- температуры электродвигателя.

Кроме того, необходимо следить и вовремя обнаруживать и устранять причины появления стуков, шумов и вибраций во всех частях компрессора и трубопроводах. После доведения нагрузки на компрессор до максимальной и устранения всех неполадок его испытывают под полной нагрузкой с длительностью, предусмотренной инструкцией завода-изготовителя. В период испытания регистрируют основные параметры работы компрессора в специальном журнале.

Центробежные компрессоры вхолостую не испытывают. Перед испытанием под нагрузкой центробежного компрессора, предназначенного, например, для сжатия воздуха, через него прокачивают масло без подвода к подшипникам до тех пор, пока оно будет поступать в масляный бак без примесей, что определяется лабораторным анализом. После присоединения маслопроводов к корпусам подшипников с установкой дроссельных шайб включают пусковой насос и при

рабочем давлении определяют прохождение масла к зубчатому зацеплению редуктора, муфтам и подшипникам.

Перед запуском компрессора задвижка на линии всасывания должна быть закрыта, а на линии нагнетания открыта с возможностью выброса воздуха в окружающую среду. После запуска и набора ротором компрессора проектной частоты вращения постепенно открывают задвижку на всасывающем трубопроводе. При нормальной работе воздушного компрессора время испытания его под нагрузкой 8 ч. При этом основное внимание обращают на проверку систем: противопомпажной защиты; осевого сдвига ротора; автоматического регулирования подачи воздуха; блокировки и сигнализации.

По окончании испытаний для останова компрессора снижают нагрузку, частично перекрывая задвижку на всасывающей линии. После включения вспомогательного маслонасоса и отключения основного электродвигателя полностью закрывают задвижку на всасывающем трубопроводе и открывают задвижку на линии сброса воздуха. Прекращают подачу воды на охлаждение и после останова ротора компрессора выключают вспомогательный масляный насос.

Сепараторы и центрифуги. Испытание сепараторов вхолостую проводят в течение 2 ч, под нагрузкой — не менее 2 ч для машин с роторами диаметром до 400 мм и не менее 4 ч — с роторами диаметром более 400 мм. Через каждые 15 мин у сепараторов с периодической выгрузкой осадка проверяют работу ротора по выполнению данной операции.

Температура нагрева фрикционных муфт при разгоне сепаратора должна быть не более 200 °С, а подшипников — не превышать 70 °С. Допускаемая амплитуда вибрации электродвигателя должна быть не более 50 мкм, а станины — не более 0,1 мм. Уровень шума не должен превосходить 85 дБ.

Кроме того, в процессе испытаний проверяют давление на входе в сепаратор и выходе из сепаратора; герметичность разгрузочных щелей ротора; надежность уплотнений и отсутствие утечек масла.

Центрифуги испытывают вхолостую при максимальной частоте вращения в течение 2 ч. Предварительно, проворачивая ротор вручную, проверяют величину зазора между ним и кожухом. После испытания осматривают наружные и внутренние поверхности сепараторов и центрифуг.

Аппараты с вращающимися барабанами. Сварные швы корпусов вакуумных, роторных, барабанных и сушильных аппаратов испытывают в соответствии с изложенными выше требованиями на герметичность и прочность.

Перед обкаткой на холостом ходу на два-три оборота проворачивают барабан вручную или краном. Испытания проводят до футеровки корпуса барабана и после нее. В первом случае обкатку вхолостую осуществляют на всех скоростях в течение 4 ч. При этом проверяют работу привода, станций, правильность и надежность присоединения коммуникаций.

После футеровки корпуса выполняют непрерывную обкатку в течение 36 ч, во время которой контролируют распределение давления на опорные ролики; работу подшипников (температура нагрева должна быть не более 65 °С); прилегание рабочей поверхности бандажей к поверхности опорных роликов, которое должно составлять не менее 70 % от ширины роликов во всех положениях аппарата. Обкатка оборудования под нагрузкой происходит в течение 48 ч.

Ленточные конвейеры обкатывают вхолостую. Перед испытанием вращающиеся узлы конвейера должны быть ограждены защитными кожухами и сетками.

В процессе испытания проверяют: точность установки роликовых опор; ход натяжной станины; работу электродвигателей и редукторов; положение

ленты на барабанах и роликах при ее движении; работу тормоза и стопорного зажима разгрузочной тележки; герметичность уплотнений и соединений. Испытывают конвейер в течение 4 ч. В период обкатки привод должен работать ровно, без шума и вибраций, в муфтах не должно наблюдаться стуков. Допускаемая температура нагрева подшипников 50 °С. Опробование конвейера под нагрузкой проводят во время пусконаладочных работ и комплексного опробования.

Мостовые краны. Смонтированные краны до пуска в работу должны подвергаться полному техническому освидетельствованию, которое заключается в осмотре, статическом и динамическом испытании и проводится в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов Госгортехнадзора ПБ 10-382-00.

Перед осмотром должны быть смонтированы и сданы в эксплуатацию подкрановые пути и все устройства, обеспечивающие безопасное обслуживание и работу крана.

При осмотре проверяют: состояние металлоконструкций крана, сварные и заклепочные соединения на отсутствие трещин, деформаций, уточнение стенок вследствие коррозии и т.п.; состояние и регулировку механизмов, электрооборудования, приборов безопасности, тормозов, аппаратуры управления, освещения и сигнализации.

Обкатку вхолостую, при которой проверяют работу каждого механизма в отдельности, осуществляют только после окончания всех работ по сборке и опробованию механизмов вручную.

Механизмы подъема испытывают дважды: до запасовки каната и после навески этих механизмов. В процессе испытания проверяют срабатывание концевых выключателей и блокировку механизмов при их совместной работе, действие аварийного выключателя и дверного контакта.

Испытание механизмов тележки вхолостую заключается в трехкратных ее передвижениях, подъеме и опускании крюка каждого механизма подъема при минимальной и максимальной скоростях. Механизм передвижения испытывают при двукратном перемещении крана в оба конца на участке длиной не менее его трех баз. Ходовые колеса крана и тележки должны перемещаться по рельсам без перекосов и заеданий. При этом техническая характеристика механизмов должна соответствовать проекту. Допускаются отклонения: высоты подъема на +0,1 м, полного хода крана на +0,2 м и скорости отдельных механизмов $\leq 10\%$.

Если механизмы работают исправно, приступают к их регулировке. Тормоза регулируют с таким расчетом, чтобы после их включения путь торможения соответствовал скорости передвижения.

Скорость передвижения, м/мин	40	55	70	85	100
Путь торможения, м	0,4	0,7	1,2	1,75	2,5

После удовлетворительной обкатки механизмов в отдельности кран испытывают вхолостую в целом при совмещенной работе механизмов по одному циклу.

Для проверки прочности моста крана и механизмов осуществляют статическое испытание под нагрузкой, на 25 % превышающей его грузоподъемность. Кран устанавливают над опорами подкрановых путей, а тележку — в положение, отвечающее наибольшему прогибу. Груз поднимают на высоту 200...300 мм с последующей выдержкой в таком положении в течение 10 мин. После снятия нагрузки проверяют отсутствие остаточной деформации моста крана.

Динамическое испытание, к которому приступают после получения удовлетворительных результатов испытаний статической нагрузкой, проводят отдельно для каждого механизма (по три

цикла), а затем по одному циклу при совмещении движения. Испытательная нагрузка при этом должна превышать грузоподъемность на 10 %.

Оборудование дробильно-обога- тельных и обжиговых (агломерационных) фабрик испытывают вхолостую при непрерывной работе в течение, ч:

Мельницы, агломерационные и обжиговые машины, барабанные смесители, охладители агломерата.	8
Конусные и щековые дробилки.	4
Роторные и отбойно-центробежные дробилки, грохоты, питатели.	2
Остальное оборудование.	4

Щековые и конусные дробилки. Перед пуском щековых дробилок устанавливают разгрузочную щель, проверяют натяжение пружины оттяжной штанги, приводных ремней и зазоры по внутреннему диаметру вкладышей головки шатуна. При испытании контролируют отсутствие стука в узлах дробления, распорных плитах и сухарях, нагрев сухарей в подвижной щеке, шатуне и заднем упоре. В конусных дробилках следят за натяжением ремней, проверяют размеры разгрузочного отверстия в сближенном положении профилей при различных положениях эксцентрикового стакана.

Агломерационные и обжиговые машины. На холостом ходу испытывают привод машины без спекательных тележек в течение 4 ч, постепенно увеличивая частоту вращения вала привода от минимальной до рабочей так, чтобы наибольшая нагрузка приходилась на последний час работы, а затем — агломерационную машину с полным набором спекательных тележек в течение 8 ч. Наибольшая скорость перемещения тележек должна при этом приходиться на последние 4 ч испытаний. Обкатку питателей и охладителей проводят в заключение испытаний.

Испытание машин вхолостую считается удовлетворительным, если зацепление зубьев звездочек привода и спекательных тележек осуществляется одновременно с двух сторон без перекосов и

заеданий; спекательные тележки без перекосов сходят с горизонтального участка пути на дугообразные направляющие и ударяются о ранее сошедшие тележки одновременно всей поверхностью соприкосновения; скольжение пластин спекательных тележек по уплотнениям рукавов происходит плавно без ударов.

Мельницы. Перед испытанием при проворачивании барабанов проверяют: затяжку болтов крепления металлической футеровки; прилегание вкладышей к цапфам в подшипниках скольжения и торцовое биение вкладышей, которое не должно превышать 0,3 мм на каждые 100 мм радиуса вкладыша; радиальное и осевое биение зубчатого венца, которое в сумме должно быть не более 0,7 мм.

В период обкатки на холостом ходу наблюдают за подачей смазки, температурой подшипников, характером шума в зубчатой передаче и редукторе. При испытании под нагрузкой проверяют герметичность всех соединений барабана, крышек и футеровки. Обнаруженную течь устраняют затяжкой болтов, установкой резиновых колец, шайб.

Дробильное, размольное, сортировочное, обогащенное и агломерационное оборудование испытывают под нагрузкой при комплексном опробовании всей технологической линии в течение 8 ч непрерывной работы.

Оборудование сталеплавильных цехов. Индивидуальные испытания сталеплавильного оборудования проводят вхолостую и под нагрузкой без повышения температуры до рабочей.

Конвертер. Корпус конвертера через привод наклоняют на 45° в одну и другую стороны на минимальной скорости. Затем поворачивать корпус конвертера на 360° в ту или иную сторону (не менее 3 раз) на минимальной и максимальной скоростях с остановом привода (корпуса) в промежуточных положениях через 10°.

При обкатке конвертера наблюдают за работой навесного привода, редукторов, подшипниковых опор, тормозов,

соединений валов, состоянием подвесок, на которых корпус подвешен к кольцу. Температура нагрева подшипниковых опор не должна превышать температуру воздуха более чем на 65 °С. Продолжительность испытания 2 ч. Затем корпус конвертера сдают под футеровку, после которой проверяют самовозврат наклоненного конвертера в исходное положение (при отключенном и расторможенном приводе).

При испытании под нагрузкой корпус конвертера загружают, причем масса груза должна соответствовать массе жидкого металла при проектной вместимости конвертера. Конвертер с грузом поворачивают в каждую сторону (не менее 3 раз) на 120° в течение 1 ч; при этом после наклона на 60° через каждые 5... 10° привод останавливают для проверки работы тормозов на удержание конвертера в наклонном положении.

Установку для подачи кислорода испытывают в течение 2 ч. Обкатку механизмов передвижения и подъема фурмы осуществляют, поднимая и опуская ее не менее 3 раз на повышенной скорости. Герметичность соединения фурмы с рукавами испытывают водой, а кислородных рукавов — очищенным сжатым воздухом при заглушенном рабочем отверстии фурмы.

При испытании установки обращают внимание на работу редукторов, реечного зацепления, звездочек, муфт, тормозов, на плавность перемещения платформ установки, следят за плавностью перемещения в направляющих каретки и противовеса.

Миксер. До сдачи миксера под футеровку осуществляют десять поворотов корпуса в обе стороны в пределах полного угла наклона на пониженной и нормальной скоростях с остановками в определенных положениях. После футеровки выполняют три-четыре поворота в обе стороны с остановками в промежуточных положениях. В процессе обкатки проверяют работу систем смазки, со-

единений валов, тормозов, реечного зацепления, следят за опиранием бандажей на ролики опорно-ходовой части и правильностью срабатывания шарнирных колец газовоздухопроводов.

Электросталеплавильные и ферросплавные печи. Испытанию подвергают механизмы наклона и вращения печи, подъема заслонок рабочих окон: подъема и поворота свода, зажима и перемещения электродов. Механизмы наклона и поворота печи обкатывают до и после футеровки.

При обкатке механизма наклона контролируют правильность зацепления шипов на секторах люльки с отверстиями в фундаментных балках (при неподлитой одной балке) трехкратным наклоном люльки в обе стороны (на 45° в сторону слива и на 15° в обратную сторону). Затем балку подливают и сдают корпус печи под футеровку. После футеровки и окончания монтажа оборудования, располагаемого на люльке, делают семь наклонов люльки в обе стороны, регулируя действие каждого тормоза и командоаппарата на заданные проектом положения.

При испытании механизма вращения поворачивают корпус печи без футеровки 3 раза в обе стороны на заданный угол от нейтрального положения, а затем после футеровки 7 раз.

Механизм подъема обкатывают путем подъема и опускания свода по 5 раз с одним и двумя двигателями, сравнивая нагрузки при раздельной и совместной работе. Механизм поворота свода испытывают пятикратным поворотом тумбы на заданный угол, проверяя при этом прилегание роликов к рельсам, работу привода стопора, конечных выключателей и регулируют командоаппарат.

При испытании механизма зажима электродов проверяют действие пневмоприводов и пружинного зажима электродов, затем работу механизма в проектном положении с набором электродов из пяти секций на надежность зажима и отсутствие проскальзывания и зависания.

При обкатке механизма перемещения электродов, которую проводят без электрода, с облегченным и полным электродом, следят за плавностью перемещения механизма, регулируя при этом положение конечных выключателей и работу командоаппарата.

Оборудование прокатных цехов и линий рабочих клетей. Предварительно в течение 3...4 ч вхолостую обкатывают отдельные механизмы, являющиеся составной частью линии: устройства для перевалки валков, нажимной механизм, уравнивающее устройство, шестеренную клеть, редуктор и главный двигатель. К испытанию приступают по мере их готовности. При этом выполняют следующие операции:

1) прогоняют салазки или тележку устройства для перевалки в оба конца, а затем выполняют перевалку комплекта валков, сделав два полных двойных хода на каждом комплекте подушек;

2) с помощью гидроуправления нажимного устройства проводят пять включений и выключений, проверяя работу каждого винта в отдельности, и осуществляют 10 двойных ходов (подъем и опускание) верхнего валка на полный рабочий ход, не доводя бочки валков до соприкосновения;

3) после установки контрагров на рычаги уравнивающего устройства обращают внимание на отставание подушек с верхним валком от подпятника нажимных винтов;

4) регулируют работу командоаппарата и конечных выключателей нажимного устройства и других механизмов;

5) включив системы смазки и охлаждения валков, вращают их от главного двигателя в течение 7...8 ч сначала с минимальной частотой вращения, затем с максимальной; при вращающихся валках поднимают и опускают верхний валок.

В четырехвалковых клетях сначала испытывают только рабочие валки, а затем и опорные; перед этим валки ставят в «забой» [прижимают рабочий к опор-

ному с силой 1...3 МН (100...300 тс)]; предварительно опорные валки проворачивают краном на полный оборот. После этого выполняют ревизию подшипников опор валков.

Редукторы и шестеренные клетки. Общезначимые указания приведены в ППР в разделе «Испытание зубчатых зацеплений». В тех случаях, когда редукторы и шестеренные клетки законсервированы смазками с ингибиторами типа К-17 и находятся под пломбой, рабочее масло заливают непосредственно в картер без их расконсервации. Перед пуском проверяют правильность сборки путем прокручивания валков вручную, с помощью лебедки или мостовым краном при отсоединенном двигателе. Электродвигатель испытывают самостоятельно. Если при обкатке в течение 2 ч никаких дефектов не обнаружено, к электродвигателю подключают машины и механизмы.

Рычажно-планетарные летучие ножницы. Проверяют работу гидроцилиндра муфты сцепления и вручную прокручивают на два-три оборота барабаны. Убедившись в полной исправности механизмов, включают электродвигатель и испытывают ножницы в течение 30...40 мин. При нормальной работе подключают механизм пропуска реза и контролируют перекрытие ножей (в пределах 2...5 мм) и боковой зазор между ними (1,5...2,5 мм).

Манипуляторы и кантователи. С помощью мостового крана или вручную следует прокрутить манипулятор и кантователь, прогнав несколько раз в обе стороны тянущие штанги на полный рабочий ход. Убедившись в правильности сборки, осуществляют обкатку от электродвигателя. При испытании проверяют исходное положение крючьев кантователя, ход его штанги и положение крючьев в утопленном состоянии.

Роликовые конвейеры (рольганги). Вручную или краном ролики прокручивают на один оборот. Включают электродвигатель и прокручивают ролики в реверсивном режиме в течение 8 ч. Об-

ращают внимание на работу подшипниковых узлов и зубчатых зацеплений.

Холодильник с подъемными дорожками. Испытания начинают с прокрутки механизмов подъема от гидропривода. При полном ходе гидроцилиндра верхняя поверхность тележек должна подняться выше уровня стеллажа, при этом клинья подъемных дорожек опираются на опорные ролики горизонтальными участками. Проверяют передвижение тележек при поднятых дорожках и работу механизмов переключения муфт трансмиссий перемещений тележек и подъема дорожек. Передают два-три пакета металла через весь холодильник.

Правильные машины. По отдельности в течение 2 ч испытывают электродвигатель, комбинированный редуктор со шпинделями. Проверяют работу нажимного механизма, опуская верхнюю траверсу с роликами до нулевого положения, т.е. когда верхний и нижний ролики будут иметь общую касательную, а также поднимая ее. Повторяют движение вверх и вниз несколько раз. После этого машину обкатывают в течение 3 ч.

Механизмы с гидравлическим или пневматическим приводом. Работу механизма проверяют вручную или с помощью мостового крана. Осуществляют пять двойных ходов от гидро- или пневмоцилиндра. Перемещения должны быть плавные без рывков и заеданий. Устанавливают конечные выключатели и другие устройства, ограничивающие перемещение и обеспечивающие плавность останова в крайних и промежуточных положениях.

13.3. Комплексное опробование и сдача оборудования в эксплуатацию

После индивидуальных испытаний оборудование должно пройти комплексное опробование.

Период комплексного опробования складывается из времени непосредственно комплексного опробования и времени

пусконаладочных работ, выполняемых для его проведения.

Комплексное опробование оборудования заключается в испытании всего оборудования, составляющего технологическую линию, на холостом ходу с последующим переводом на работу под нагрузкой и выводом на устойчивый технологический режим, предусмотренный проектом и обеспечивающий выпуск продукции в установленном объеме.

При опробовании оборудования проверяют, регулируют и налаживают работу взаимосвязанных механизмов, машин, аппаратов, автоматических систем, контрольно-измерительных приборов и приспособлений, входящих в состав технологических линий, установок или агрегатов. При этом определяют надежность их совместной работы и готовность к эксплуатации, проверяют синхронность работы всех агрегатов и устройств, точность и четкость выполнения всех технологических операций по изготовлению продукции.

Для отдельных видов оборудования в процессе опробования осуществляют сушку обмуровки воздухонагревателей, печей, газоходов, а также промывку, продувку и химическую очистку внутренних поверхностей трубопроводов. Кроме того, проверяют и налаживают системы защиты, блокировки, оперативной и диспетчерской связи, управления, регулирования и сигнализации.

Комплексное опробование оборудования и всей технологической схемы производства вхолостую и под нагрузкой осуществляет заказчик с привлечением проектных, строительных, монтажных и пусконаладочных организаций, участвовавших в монтаже оборудования, а при необходимости и заводоизготовителей. В задачу представителей монтажных, специализированных организаций и эксплуатационного персонала входят круглосуточное дежурство и наблюдение за работой и правильной эксплуатацией оборудования, устройств

и коммуникаций. При возникновении неполадок и выявлении дефектов монтажа они обеспечивают их немедленное устранение.

Продолжительность, режим, объем и условия опробования, а также расход сырья, материалов, энергоресурсов, необходимых для проведения комплексного опробования, определяются техническими условиями на монтаж оборудования, отраслевыми правилами приемки в эксплуатацию законченных строительством предприятий, объектов и цехов.

Необходимые для комплексного опробования сырье, пар, сжатый воздух, смазочные материалы, топливо, электроэнергию, материалы, арматуру, контрольно-измерительные приборы и другие изделия представляет заказчик.

Продолжительность комплексного опробования при отсутствии указаний в проекте устанавливается рабочей приемочной комиссией, но не должна превышать 72 ч непрерывной работы на рабочем режиме.

Длительность пусконаладочных работ определяется по специальным нормативам для каждого вида производства.

Комплексное опробование технологической линии должно начинаться на инертных средах с последующим ис-

пользованием рабочих сред до выдачи предусмотренной проектом продукции. Порядок проведения и особенности организации комплексного опробования технологических линий и пусконаладочных работ по отдельным видам производства определяются разрабатываемыми предприятиями и проектными организациями, технологическими регламентами, планами-графиками и инструкциями, в которых устанавливаются этапы, очередность и особые условия наладки и пуска.

При комплексном опробовании под нагрузкой осуществляют контроль за режимом работы оборудования, результаты которого фиксируют в специальном журнале. Для обеспечения постепенной приработки контактирующих поверхностей в механизмах и машинах их нагружают так, чтобы в начальный период нагрузка не превышала 60 % от проектной. После опробования под нагрузкой оборудование останавливают и проверяют состояние ответственных узлов оборудования.

При удовлетворительных результатах комплексного опробования оборудование принимает рабочая комиссия для предъявления его Государственной приемочной комиссии.

Глава 14

НОРМИРОВАНИЕ И ОПЛАТА ТРУДА МОНТАЖНИКОВ

Оплата труда в монтажных организациях базируется на основе:

1) Трудового кодекса РФ (действует с 01.02.2002 г.);

2) Отраслевого тарифного соглашения по строительству и промышленности строительных материалов РФ;

3) Методических рекомендаций по определению размера средств на оплату труда в договорных ценах и сметах на строительство и оплату труда работников строительно-монтажных и ремонтно-строительных организаций МДС 83–1.99, утвержденных Госстроем РФ;

4) прочих нормативных актов.

Заработная плата как вознаграждение за труд может быть выдана как в денежном, так и в натуральном эквиваленте. Она основывается на тарифной системе.

14.1. Организация заработной платы

Организация заработной платы — совокупность мероприятий, обеспечивающих вознаграждение работников за их труд в соответствии с его качеством и количеством и создание на этой основе материальной заинтересованности в результатах труда.

При правильной организации заработной платы сочетаются личные интересы с интересами работодателя; обеспечиваются рост производительности труда и эффективность монтажного производства.

Одним из основных принципов правильной организации заработной платы является обязательное опережение темпов роста производительности труда по сравнению с ростом заработной платы. Формы оплаты труда изменяются в зависимости от организационно-технического уровня производства.

Заработная плата регулируется, как и любые экономические отношения. Государство устанавливает законодательные основы отношений по заработной плате, а также создает институты (организации), которые наблюдают, контролируют и гарантируют развитие данных отношений в интересах своих граждан. В этом процессе наравне с государством участвуют представители работодателей и работников. Вся совокупность законодательных и нормативных актов и институтов, действующих на их основе, составляет механизм регулирования заработной платы. С помощью этого механизма регулируются отношения в сфере оплаты на внешнем рынке труда и на внутреннем рынке предприятия.

Механизм организации заработной платы включает в себя пять основных элементов:

- многоуровневую коллективно-договорную систему, позволяющую с достаточной полнотой отразить интересы сторон при установлении условий оплаты труда;

- систему обеспечения минимальных гарантий оплаты труда и защиту заработной платы от негативных тенденций на рынке труда;

- налоговую систему регулирования оплаты труда в составе индивидуальных доходов и издержек работодателя на рабочую силу;

- систему информации об уровне и динамике заработной платы, дающей реальную картину о цене рабочей силы;

- увязку заработной платы и результатов труда работников на предприятии.

Роль государства в регулировании этих отношений также первостепенна.

Организация оплаты труда в России в правовом порядке регламентируется и

регулируется на различных уровнях: государственном, региональном, отраслевом и на уровне предприятий. В Трудовом кодексе РФ и некоторых нормативных актах Российской Федерации установлены правовые нормы регулирования трудовых отношений и оплаты труда. В законодательной форме устанавливаются:

- минимальный размер оплаты труда (МРОТ), ниже которого не допускается уровень месячной заработной платы работника, отработавшего полную норму рабочего времени и выполнившего нормы труда;

- периодичность индексации МРОТ в связи с инфляцией;

- единая тарифная сетка для оплаты труда работников бюджетной сферы;

- районные коэффициенты к заработной плате работающих на предприятиях в регионах с неблагоприятными природно-климатическими условиями.

В соответствии с Законом Российской Федерации «О коллективных договорах и соглашениях» на уровне Федерации заключаются генеральные соглашения между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и правительством России, в которых предусматриваются положения об оплате труда, виды компенсирующих доплат, механизм регулирования заработной платы с учетом роста цен и инфляции.

На уровне отраслей и регионов, а также внутри регионов вопросы организации оплаты труда регулируются отраслевыми (тарифными) соглашениями, а также специальными соглашениями по регионам, заключаемыми на отраслевом уровне между соответствующими профсоюзами, объединениями работодателей, Министерством регионального развития Российской Федерации.

Генеральные, республиканские, региональные отраслевые соглашения заключаются на срок до трех лет.

В монтажных предприятиях регламентация труда и его оплаты (включая условия труда, формы, системы, минимум денежного вознаграждения, пособия, компенсации, доплаты, механизм регулирования оплаты труда исходя из уровня инфляции и т.д.) осуществляется в коллективных договорах между работниками в лице профсоюза и работодателем.

Рынок труда в строительстве через спрос и предложение влияет прежде всего на величину тарифных ставок и должностных окладов. Доплаты и надбавки позволяют более точно оценивать особенности труда с учетом его интенсивности, условий, важности, срочности выполняемой работы и других факторов.

К затратам на оплату труда относятся:

- выплаты заработной платы основному производственному персоналу за фактически выполненную работу в соответствии с принятыми на предприятии формами и системами оплаты труда;

- стоимость продукции, выдаваемой в порядке натуральной оплаты работникам;

- выплаты стимулирующего характера по системным положениям: премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство, высокие достижения в труде;

- выплаты компенсирующего характера, связанные с режимом работы и условиями труда (за работу в ночное время, сверхурочную работу, работу в многосменном режиме, за совмещение профессий, расширение зон обслуживания, за работу в тяжелых, вредных, особо опасных условиях);

- стоимость бесплатно предоставляемых работникам коммунальных услуг, питания, продуктов, жилья;

- стоимость бесплатно выдаваемых обмундирования, форменной одежды в личное постоянное пользование;

- оплата очередных отпусков, проезда к месту отдыха работников предприятия, расположенного в районах

Крайнего Севера, Дальнего Востока, а также льготных часов подростков, кормящих матерей, времени прохождения медицинских осмотров и выполнения государственных обязанностей;

- выплаты работникам в связи с реорганизацией предприятия и сокращением численности штатов;

- единовременные вознаграждения за выслугу лет;

- выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда;

- оплата отпуска перед началом работы выпускникам профтехучилищ и молодым специалистам;

- оплата учебных отпусков;

- оплата за время вынужденного прогула или выполнения нижеоплачиваемой работы;

- доплата в случаях временной утраты трудоспособности;

- разница в окладах, выплачиваемая работникам, трудоустроенным с других предприятий с сохранением размеров должностных окладов;

- суммы, выплачиваемые при выполнении работ вахтовым методом;

- заработная плата работникам за время обучения в системе повышения квалификации;

- оплата труда студентов за время производственной практики;

- оплата труда студентов, работающих в строительных отрядах;

- оплата труда работников, не состоящих в штате предприятия, за выполнение работ по договорам;

- другие виды выплат, включаемые в фонд оплаты труда.

Фонд заработной платы работников монтажной организации — это сумма денежных средств, выделяемая для оплаты труда работников за выполнение заданного объема работ. Фонд включает в себя основную и дополнительную заработную плату.

Основная заработная плата предусматривает средства для оплаты произведенной работы или отработанного

времени, исключая простои, премии, доплаты за классность и надбавки.

Дополнительная заработная плата состоит из выплат за нерабочее время (оплаты отпусков, выходных пособий, простоев из-за погодных условий, доплат бригадирам за руководство бригадами).

Рост средней заработной платы рабочих планируется при установлении размера ее планового фонда.

МРОТ — это гарантируемый федеральным законом размер месячной заработной платы за труд неквалифицированного работника, полностью отработавшего норму рабочего времени при выполнении простых работ в нормальных условиях на рабочем месте.

14.2. Нормирование труда

Нормирование труда. Задачи правильной организации заработной платы реализуются при решении вопросов технического нормирования труда, тарифного нормирования заработной платы и рациональных форм и систем оплаты труда.

Тарифная система — это совокупность нормативных материалов, установленных в законодательном или централизованном порядке, по которым оцениваются количество и качество труда. В ее состав входит система правовых норм, обеспечивающих дифференцированную оплату различных видов работ в зависимости от квалификации, характера и условий труда, т.е. тарифная система является средством учета количества и качества труда и отражением его в заработной плате.

Тарифная система состоит из тарифной сетки, тарифных ставок, Единого тарифно-квалификационного справочника (ЕТКС) и районных коэффициентов к заработной плате.

Тарифная сетка — это шкала, устанавливающая соотношение в оплате труда рабочих разной квалификации. Она состоит из тарифных разрядов и та-

рифных коэффициентов, соответствующих каждому из них. В строительстве действует единая шестиразрядная тарифная сетка (см. ниже).

Тарифные коэффициенты показывают, во сколько раз тарифная ставка того или иного разряда выше ставки первого разряда.

Тарифная сетка

Разряды оплаты труда.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тарифные коэффициенты.	1,0	1,30	1,69	1,91	2,16	2,44	2,76	3,12	3,53
Разряды оплаты труда.	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Тарифные коэффициенты.	3,99	4,51	5,10	5,76	6,51	7,36	8,17	9,07	10,07

Согласно ст. 129 Трудового кодекса Российской Федерации тарифная сетка — совокупность тарифных разрядов работ (профессий, должностей), определенных в зависимости от сложности работ и квалификационных характеристик работников с помощью тарифных коэффициентов. Тарифная сетка устанавливает дифференциацию в оплате труда на основе разряда работы и отраслевой принадлежности предприятия. Если известны размеры ставки первого разряда и соответствующие тарифные коэффициенты, можно определить ставку работников любого разряда. Предприятия могут самостоятельно разрабатывать внутренние тарифные системы, исходя из Единой тарифной сетки (ЕТС).

Тарифная ставка — размер оплаты труда работников за час или день. Согласно ст. 129 Трудового кодекса Российской Федерации под тарифной ставкой понимается фиксированный размер оплаты труда за выполнение нормы труда (трудовых обязанностей) соответствующей сложности (квалификации) за единицу времени. Тарифная ставка первого разряда устанавливает абсолютный размер оплаты простого труда и является исходной для определения уровня оплаты труда работников более высоких разрядов.

Тарифный разряд характеризует уровень профессиональной квалификации рабочих.

При монтажных работах применяют часовые тарифные ставки, на основе которых рассчитывают дневные и месячные тарифные ставки.

При выполнении тяжелых работ или работ с вредными условиями труда и на весьма тяжелых работах с особо вредными условиями труда, тарифные ставки рабочих повышаются.

Часовые ставки рабочих шестого разряда, управляющих мощными и особенно сложными монтажными агрегатами и машинами, могут устанавливаться в повышенном размере.

Квалификационный состав рабочих в бригаде определяется средним разрядом в зависимости от средней часовой тарифной ставки бригады, рассчитываемой путем деления общей суммы тарифных ставок всех рабочих бригады на число ее членов.

Для более эффективной работы при монтаже оборудования необходимо, чтобы средний разряд рабочих бригады соответствовал среднему разряду выполняемых работ, который устанавливается по выплачиваемой за определенный период заработной плате, начисленной по прямым сдельным расценкам.

ЕТКС работ и профессий рабочих, занятых на строительных, монтажных и ремонтно-строительных работах, введенный в действие в 1986 г., содержит характеристики монтажных работ по отдельным видам оборудования, на основании которых определяется уровень

квалификации рабочих и присваивается им тот или иной разряд.

ЕТКС устанавливает характеристики профессий рабочих применительно к шестиразрядной сетке. Разряды работ приведены по их сложности без учета условий труда. Квалификационные характеристики определяют основное содержание наиболее распространенных работ. В справочнике приведены примеры работ, соответствующие тем или иным разрядам. Каждой специальности в ЕТКС присвоены разряды согласно действующей тарифной сетке.

Содержание ЕТКС для рабочих предусматривает следующие основные разделы.

1. Раздел «Характеристика работ» содержит краткое описание работ, которые должен уметь осуществлять рабочий с учетом сложности их выполнения; определение степени самостоятельности исполнителя в наладке и обслуживании оборудования, аппаратов, механизмов и в выборе и установлении режимов и методов исполнения работы с учетом правильной организации труда на рабочем месте и т.п.

2. Раздел «Должен знать» включает в себя основные требования к профессиональной подготовке рабочего и дополнительные требования к общим и специальным его знаниям.

3. Раздел «Примеры работ» состоит из наиболее типичных работ по профессиям и разделам.

Требования к квалификационным знаниям монтажников и работы, выполняемые монтажниками того или иного разряда, приведены в табл. 14.1–14.4.

Тарификация работ по монтажу оборудования осуществляется по тарифно-квалификационным характеристикам путем сопоставления работ с соответствующими характеристиками и примерами работ. При производстве монтажных работ звеном или бригадой тарификация выполняется на каждую операцию, входящую в состав процесса монтажа.

Правильное регулирование заработной платы рабочих в различных регионах страны осуществляется с помощью районных коэффициентов к заработной плате, учитывающих климатические условия и отдаленность строек, существующий там уровень заработной платы, действующие цены на продукты и различные товары.

Для монтажных организаций введено девять повышающих заработную плату районных коэффициентов: от 1,15 до 2. У рабочих, выполняющих работы в условиях высокогорья, безводных и пустынных районах, повышающий коэффициент к заработной плате составляет 1,0...2,0.

Процентные надбавки к заработной плате за непрерывный стаж работы в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях устанавливаются по истечении 6 мес работы. Максимального размера достигают после пяти лет непрерывного стажа работы в этих районах. В зависимости от стажа работы и местности надбавки колеблются от 10 до 100 % от заработка.

Районное регулирование заработной платы является обязательным требованием государства к субъектам хозяйствования, работодателю и работнику.

14.3. Формы оплаты труда

В монтажных организациях применяют две основные формы оплаты труда: сдельную и повременную в зависимости от используемого измерителя труда (единица продукции или отработанное время). При этом могут предусматриваться отдельные виды премирования.

Сдельная оплата труда предполагает начисление заработной платы рабочему в зависимости от количества произведенной им продукции заданного качества. Данная форма оплаты труда является основной в монтажных организациях, по которой работает 85...90 % всех рабочих, занятых на монтаже оборудования.

14.1. Требования к квалификационным знаниям монтажников

Наименование элемента работы	Разряд монтажника				
	2	3	4	5	6
Технология выполнения слесарных работ:					
первого разряда	+	+	+	+	+
второго »	—	+	+	+	+
третьего »	—	—	+	+	+
четвертого »	—	—	—	+	+
пятого »	—	—	—	—	+
Способы распаковки оборудования	+	+	+	+	+
Требования безопасности труда, производственной санитарии, электро- и пожарной безопасности, охраны окружающей среды	+	+	+	+	+
Права и обязанности трудовых коллективов и формы участия рабочих в управлении производством в соответствии с законами РФ	+	+	+	+	+
Способы расконсервации оборудования	+	+	+	+	+
Конструкции простейших такелажных приспособлений и способы их применения	+	+	+	+	+
Устройство, назначение и правила пользования ручным слесарно-сборочным и монтажным инструментом	—	+	+	+	+
Способы смазывания деталей оборудования и виды применяемых смазок	+	+	+	+	+
Устройство вспомогательного монтируемого технологического оборудования	—	+	+	+	+
Общие сведения о технологии и организации монтажных работ	—	+	+	+	+
Технические условия на поставку технологического оборудования	—	+	+	+	+
Правила чтения чертежей и эскизов	—	+	+	+	+
Технология монтажа оборудования, поставляемого в полностью собранном виде, и технологических металлоконструкций	—	+	+	+	+
Передовые методы труда и организации рабочего места	—	+	+	+	+

Продолжение табл. 14.1

Наименование элемента работы	Разряд монтажника				
	2	3	4	5	6
Устройство и правила пользования простыми такелажными приспособлениями и оснасткой	—	+	+	+	+
Виды сигнализации, применяемой при выполнении такелажных и погрузочно-разгрузочных работ	—	+	+	+	+
Правила ухода и эксплуатации оборудования, приспособлений и инструмента	—	+	+	+	+
Основные правила, инструкции и нормативные документы, регламентирующие технологию выполнения монтажных работ	—	+	+	+	+
Основные сведения по комплексной механизации, автоматизации и управлению монтажным производством	—	+	+	+	+
Пути повышения эффективности монтажного производства	—	+	+	+	+
Формы и системы оплаты труда, особенности оплаты труда при совмещении профессий, распределение заработной платы среди рабочих бригады	—	+	+	+	+
Основы экономики труда и производства	—	+	+	+	+
Сортаменты материалов, применяемых при монтаже	—	+	+	+	+
Устройства и правила применения несложного измерительного инструмента	—	+	+	+	+
Способы простейшей выверки смонтированного оборудования	—	+	+	+	+
Правила и способы проверки геометрических параметров, разметки фундаментов и строительных конструкций под оборудование	—	—	+	+	+
Способы выверки оборудования, поставляемого в монтаж в собранном виде, и частей машин и механизмов	—	—	+	+	+
Сроки износа грузоподъемных кранов, правила устройств кранов и их безопасной эксплуатации	—	—	+	+	+
Способы испытания оборудования на герметичность, прочность и вхолостую	—	—	+	+	+

Окончание табл. 14.1

Наименование элемента работы	Разряд монтажника				
	2	3	4	5	6
Способы строповки, расстроповки и перемещения грузов	—	—	+	+	+
Устройство, назначение и правила пользования механизированным слесарно-сборочным, монтажным инструментом и такелажной оснасткой	—	—	+	+	+
Притирка подкладок к фундаменту	—	—	+	+	+
Способы разметки, закрепления и перенесения монтажных осей и высотных отметок	—	—	—	+	+
Правила и порядок проверки и приемки под монтаж фундаментных и опорных конструкций	—	—	—	+	+
Способы монтажа сложного оборудования	—	—	—	+	+
Способы выверки, центрирования и регулирования монтируемого оборудования	—	—	—	+	+
Устройство, назначение и принцип действия смазочных систем	—	—	—	+	+
Технические требования и допуски на монтаж машин и механизмов	—	—	—	+	+
Правила комплексного опробования и сдачи в эксплуатацию сложного оборудования	—	—	—	+	+
Способы выверки оборудования с контролем точности нивелирами второго и третьего классов	—	—	—	+	+
Способы монтажа смазочных систем, работающих при давлении до 20 МПа	—	—	—	+	+
Способы монтажа особо сложного оборудования	—	—	—	—	+
Способы наладки и регулирования оборудования	—	—	—	—	+
Порядок и правила комплексного опробования машин, агрегатов и технологических линий перед сдачей оборудования в эксплуатацию	—	—	—	—	+
Способы выверки оборудования с контролем точности нивелиром первого класса	—	—	—	—	+
Устройство, назначение и способы монтажа смазочных систем технологических установок, работающих при давлении свыше 20 МПа	—	—	—	—	+
Правила приемки и ревизии особо сложного оборудования	—	—	—	—	+

14.2. Работы, выполняемые монтажником технологического оборудования

Вид работы	Разряд монтажника				
	2	3	4	5	6
Слесарные работы:					
первого разряда	+	+	+	+	+
второго »	—	+	+	+	+
третьего »	—	—	+	+	+
четвертого »	—	—	—	+	+
пятого »	—	—	—	—	+
Расконсервация оборудования	+	+	+	+	+
Сборка и разборка резьбовых и фланцевых соединений	—	+	+	+	+
Сборка и разборка несложных узлов оборудования	—	+	+	+	+
Подготовка к работе ручного и механизированного инструмента, приспособлений и оснастки и содержание их в работоспособном состоянии	—	+	+	+	+
Сборка и монтаж технологических металлоконструкций или их элементов	—	—	+	+	+
Установка опорных (базовых) металлоконструкций оборудования	—	—	+	+	+
Монтаж вспомогательного оборудования и механизмов из узлов и в собранном виде	—	—	+	+	+
Испытание оборудования на герметичность и прочность	—	—	+	+	+
Испытание машин вхолостую	—	—	+	+	+
Выверка оборудования, поставляемого в собранном виде	—	—	+	+	+
Установка фундаментных болтов и дюбелей	—	+	+	+	+
Проверка состояния и установка опор и подвесок для трубопроводов	—	—	+	+	+
Монтаж отдельно стоящих станков и машин, поставляемых в собранном виде	—	—	+	+	+
Разборка, очистка, промывка и смазывание отдельных узлов оборудования при ревизии	—	—	+	+	+

Продолжение табл. 14.2

Вид работы	Разряд монтажника				
	2	3	4	5	6
Монтаж обвязочных трубопроводов технологического оборудования	—	—	+	+	+
Выполнение маркировки элементов металлоконструкций	—	—	+	+	+
Монтаж вспомогательных частей оборудования	—	+	+	+	+
Подготовка к работе простейшей такелажной оснастки	—	—	+	+	+
Строповка и расстроповка грузов инвентарными стропами	—	+	+	+	+
Проверка геометрических параметров и разметки фундаментов и опорных конструкций	—	—	+	+	+
Перемещение оборудования или его узлов с помощью гидравлических домкратов, электрических лебедок, кран-балок и кранов	—	—	+	+	+
Использование сигнализации при производстве такелажных и погрузочно-разгрузочных работ	—	+	+	+	+
Применение прогрессивной технологии монтажа, передовых методов труда и рациональной организации рабочего места	—	+	+	+	+
Чтение чертежей и эскизов	—	+	+	+	+
Подготовка поверхностей фундаментов к монтажу оборудования	+	+	+	+	+
Смазывание оборудования и его узлов	+	+	+	+	+
Разметка деталей по шаблону	—	+	+	+	+
Изготовление подкладок и прокладок	—	+	+	+	+
Правка металлоконструкций	—	+	+	+	+
Перемещение оборудования с помощью блоков, домкратов и ручных лебедок	—	+	+	+	+
Притирка подкладок к фундаменту	—	—	+	+	+
Вальцовка концов труб	—	—	+	+	+
Подготовка кромок труб и оборудования под сварку	—	—	+	+	+
Монтаж сложного оборудования, в том числе поступающего в разобранном виде	—	—	—	+	+
Проверка комплектности и сортировка деталей и узлов оборудования в соответствии с чертежами и спецификациями	—	—	—	+	+

Окончание табл. 14.2

Вид работы	Разряд монтажника				
	2	3	4	5	6
Приемка сложных фундаментов и опорных конструкций под оборудование с проверкой геометрических параметров и разметки	—	—	—	+	+
Разметка фундаментов всех видов	—	—	—	+	+
Центрирование и регулировка машин и механизмов	—	—	—	+	+
Приемка оборудования в монтаж	—	—	—	+	+
Разметка, закрепление и перенесение монтажных осей и высотных отметок	—	—	—	+	+
Выверка оборудования с контролем точности нивелирами второго и третьего классов	—	—	—	+	+
Проверка оборудования при сдаче под подливку	—	—	—	+	+
Проверка зазоров в зубчатых зацеплениях	—	—	—	+	+
Испытание оборудования водой и воздухом на прочность при рабочем давлении до 20 МПа (200 кгс/см ²)	—	—	—	+	+
Наладка оборудования	—	—	—	+	+
Ревизия и установка запорной арматуры	—	—	—	+	+
Монтаж особо сложного оборудования, требующего повышенной точности установки	—	—	—	—	+
Такелаж оборудования массой более 60 т с использованием кранов, универсальных средств и оснастки	—	—	—	—	+
Монтаж запорной арматуры диаметром более 600 мм	—	—	—	—	+
Испытание смонтированного оборудования водой и воздухом на прочность при рабочем давлении более 20 МПа	—	—	—	—	+
Выверка оборудования с контролем точности нивелирами первого класса	—	—	—	—	+
Комплексное опробование машин и агрегатов, сдача их в эксплуатацию с наладкой оборудования	—	—	—	—	+
Индивидуальные испытания машин и агрегатов под нагрузкой	—	—	—	—	+

14.3. Требования к квалификационным знаниям слесарей механосборочных работ

Наименование элемента работы	Разряд монтажника					
	1	2	3	4	5	6
Наименование и назначение простого рабочего инструмента	+	+	+	+	+	+
Устройство слесарных тисков	+	+	+	+	+	+
Правила работы на ручных ножницах и ножовках, на пневматических и электрических машинах, клепальных и рубильных молотках и на простом сверлильном станке	+	+	+	+	+	+
Номенклатура обрабатываемых деталей	+	+	+	+	+	+
Крепежные детали	+	+	+	+	+	+
Наименование и маркировка обрабатываемых материалов	+	+	+	+	+	+
Технические условия на собираемые узлы и механизмы	—	+	+	+	+	+
Основные сведения о допусках и посадках собираемых узлов и механизмов	—	+	+	+	+	+
Способы устранения деформаций при термической обработке и сварке	—	+	+	+	+	+
Причины появления коррозии и способы борьбы с ней	—	+	+	+	+	+
Назначение и правила применения контрольно-измерительного инструмента средней сложности и наиболее распространенных специальных и универсальных приспособлений	—	+	+	+	+	+
Назначение смазочных жидкостей и способы их применения	—	+	+	+	+	+
Правила разметки простых деталей	—	+	+	+	+	+
Устройство и принцип работы собираемых узлов, механизмов и станков	—	—	+	+	+	+
Механические свойства материала обрабатываемых деталей	—	+	+	+	+	+
Влияние термической обработки на изменение механических свойств	—	—	+	+	+	+
Виды заклепочных соединений и сварных швов, условия их прочности	—	—	+	+	+	+

Продолжение табл. 14.3

Наименование элемента работы	Разряд монтажника					
	1	2	3	4	5	6
Состав твердых и мягких припоев, флюсов, протрав и способы их приготовления	—	—	+	+	+	+
Устройство контрольно-измерительных инструментов и приспособлений средней сложности	—	—	+	+	+	+
Правила заточки и доводки слесарного инструмента	—	—	+	+	+	+
Основные сведения о допусках и посадках, качествах и параметрах шероховатости поверхности	—	—	+	+	+	+
Способы разметки деталей средней сложности	—	—	+	+	+	+
Конструкции, кинематические схемы и принципы работы собираемых узлов, механизмов и станков	—	—	—	+	+	+
Технические условия на установку, регулировку и приемку собираемых узлов и машин	—	—	—	+	+	+
Устройство, назначение и правила применения рабочего контрольно-измерительного инструмента, приборов и приспособлений	—	—	—	+	+	+
Системы допусков и посадок, качествен и шероховатости поверхности	—	—	—	+	+	+
Принципы взаимозаменяемости деталей и узлов	—	—	—	+	+	+
Способы разметки сложных деталей и узлов	—	—	—	+	+	+
Способ термической обработки и доводки особо сложного слесарного инструмента	—	—	—	+	+	+
Способы предупреждения и устранения деформаций металлов и внутренних напряжений при термической обработке и сварке	—	—	—	+	+	+
Основы механики и технологии металлов в пределах выполняемой работы	—	—	—	+	+	+
Конструкции, назначение и принципы работы собираемых особо сложных механизмов, приборов, агрегатов и машин	—	—	—	—	+	+

Окончание табл. 14.3

Наименование элемента работы	Разряд монтажника					
	1	2	3	4	5	6
Технические условия на регулирование, испытание и сдачу в эксплуатацию собранных узлов, машин и агрегатов и их эксплуатационные параметры	—	—	—	—	+	+
Приемы сборки и регулирования машин и режимы испытаний	—	—	—	—	+	+
Меры предупреждения деформаций деталей	—	—	—	—	+	+
Правила проверки точности сборки станков и машин	—	—	—	—	+	+
Способы статической и динамической балансировки	—	—	—	—	—	+
Способы отладки и регулирования изготавливаемых машин, приборов и другого оборудования	—	—	—	—	—	+
Принципы расчета и способы проверки эксцентриков и прочих зубчатых зацеплений	—	—	—	—	—	+
Методы расчета и построения сложных фигур	—	—	—	—	—	+
Правила заполнения паспортов на изготавливаемые машины	—	—	—	—	—	+

14.4. Работы, выполняемые слесарем механосборочных работ

Вид работы	Разряд монтажника					
	1	2	3	4	5	6
Рубка и обрубка зубилом вручную	+	+	+	+	+	+
Опиловка и зачистка заусенцев, облоя и сварных швов	+	+	+	+	+	+
Резка заготовок из прутка и листа на ручных ножницах и ножовках	+	+	+	+	+	+
Прогонка резьбы	+	+	+	+	+	+
Снятие фасок	+	+	+	+	+	+
Разметка простых деталей по шаблонам	+	+	+	+	+	+
Очистка и промывка деталей	+	+	+	+	+	+

Продолжение табл. 14.4

Вид работы	Разряд монтажника					
	1	2	3	4	5	6
Сверление отверстий по разметке, кондуктору на простом сверлильном станке, а также пневматическими и электрическими машинами	+	+	+	+	+	+
Выполнение подготовительных работ при сборке и разборке машин, механизмов и узлов	+	+	+	+	+	+
Участие в работах по испытанию машин и механизмов на стендах и выполнение отдельных операций под руководством слесаря более высокой квалификации	+	+	+	+	+	+
Сборка и регулирование простых узлов и механизмов	—	+	+	+	+	+
Слесарная обработка и пригонка деталей по 11–14-му квалитетам	—	+	+	+	+	+
Сборка узлов и механизмов средней сложности с применением специальных приспособлений	—	+	+	+	+	+
Сборка деталей под прихватку и сварку	—	+	+	+	+	+
Нарезание резьбы метчиками и плашками	—	+	+	+	+	+
Разметка простых деталей	—	+	+	+	+	+
Соединение деталей и узлов пайкой, болтами и холодной клепкой	—	+	+	+	+	+
Испытание собранных узлов и механизмов на стендах и прессах	—	+	+	+	+	+
Участие совместно со слесарем более высокой квалификации в сборке сложных и ответственных узлов и машин с пригонкой деталей и в регулировании зубчатых передач с установкой заданных чертежом и техническими условиями боковых и радиальных зазоров	—	+	+	+	+	+
Слесарная обработка и пригонка деталей в пределах 8–11-го квалитетов с применением универсальных приспособлений	—	—	+	+	+	+
Сборка, регулирование и испытание узлов и механизмов средней сложности и слесарная обработка по 6–8-му квалитетам	—	—	+	+	+	+
Разметка, шабрение, притирка деталей и узлов средней сложности	—	—	+	+	+	+

Продолжение табл. 14.4

Вид работы	Разряд монтажника					
	1	2	3	4	5	6
Элементарные расчеты по определению допусков, посадок и конусности	—	—	+	+	+	+
Запрессовка деталей на гидравлических и винтовых механических прессах	—	—	+	+	+	+
Испытание собираемых узлов и механизмов на специальных установках	—	—	+	+	+	+
Устранение дефектов, обнаруженных при сборке и испытании узлов и механизмов	—	—	+	+	+	+
Регулирование зубчатых передач с установкой боковых и радиальных зазоров, заданных чертежом и техническими условиями	—	—	+	+	+	+
Статическая и динамическая балансировка ответственных деталей простой конфигурации на специальных балансировочных станках с искровым диском, призмах и роликах	—	—	+	+	+	+
Пайка различными припоями	—	—	+	+	+	+
Сборка сложных машин, агрегатов и станков под руководством слесаря более высокой квалификации	—	—	+	+	+	+
Слесарная обработка и пригонка крупных и ответственных деталей и сложных узлов по 6–8-му квалитетам	—	—	—	+	+	+
Сборка, регулирование и испытание сложных узлов, агрегатов и машин	—	—	—	+	+	+
Притирка и пришабривание сопрягаемых поверхностей сложных деталей и узлов	—	—	—	+	+	+
Разделка внутренних пазов, шлицевых соединений — эвольвентных и простых	—	—	—	+	+	+
Подгонка натягов и зазоров, центрирование монтируемых деталей, узлов и агрегатов	—	—	—	+	+	+
Монтаж трубопроводов, работающих под давлением воздуха и в агрессивных средах	—	—	—	+	+	+
Статическая и динамическая балансировка ответственных узлов машин и деталей сложной конфигурации на специальных балансировочных станках	—	—	—	+	+	+

Продолжение табл. 14.4

Вид работы	Разряд монтажника					
	1	2	3	4	5	6
Устранение дефектов, обнаруженных при сборке и испытании узлов, машин	—	—	—	+	+	+
Запрессовка деталей на гидравлических и винтовых механических прессах	—	—	—	+	+	+
Участие в монтаже и демонтаже испытательных стендов, в сборке, регулировании и испытании особо сложных экспериментальных и уникальных машин под руководством слесаря более высокой квалификации	—	—	—	+	+	+
Слесарная обработка и доводка деталей и узлов сложной конфигурации по 5-му качеству и особо сложной конфигурации по 6—8-му качествам	—	—	—	—	+	+
Сборка, регулирование и отладка сложных машин, контрольно-измерительной аппаратуры, приборов, уникальных и прецизионных агрегатов и машин	—	—	—	—	+	+
Подборка и сборка крупногабаритных и комбинированных подшипников	—	—	—	—	+	+
Испытание сосудов, работающих под давлением	—	—	—	—	+	+
Снятие необходимых диаграмм и характеристик по результатам испытаний и сдачи машин в ОТК	—	—	—	—	+	+
Монтаж и демонтаж испытательных стендов	—	—	—	—	+	+
Контроль точности сборки и монтажа сложного, уникального и прецизионного металлорежущего оборудования в соответствии с техническими условиями	—	—	—	—	+	+
Монтаж трубопроводов высокого давления	—	—	—	—	+	+
Статическая и динамическая балансировка ответственных деталей и узлов особо сложной конфигурации	—	—	—	—	+	+
Сборка, регулирование, испытание и сдача в эксплуатацию в соответствии с техническими условиями особо сложных и ответственных экспериментальных, уникальных машин, станков, аппаратов и агрегатов	—	—	—	—	—	+

Окончание табл. 14.4

Вид работы	Разряд монтажника					
	1	2	3	4	5	6
Проверка правильности сборки со снятием эксплуатационных диаграмм и характеристик	—	—	—	—	—	+
Монтаж трубопроводов высокого давления для любых газов и жидкостей	—	—	—	—	—	+
Устранение обнаруженных дефектов	—	—	—	—	—	+
Расчет зубчатых зацеплений, эксцентриков и их проверка	—	—	—	—	—	+
Построение геометрических фигур	—	—	—	—	—	+
Участие в составлении паспорта на собираемые и испытываемые машины	—	—	—	—	—	+

Сдельная оплата труда устанавливает связь между заработной платой и производительностью труда. Ее рационально использовать в случае, когда организован учет законченных работ.

При *повременной оплате* труда заработная плата рабочему начисляется в зависимости от продолжительности работы и его тарифного разряда. Эта форма оплаты используется для рабочих, обслуживающих машины и механизмы, на работах, плохо поддающихся учету и нормированию (электромонтеры, дежурные слесари и т.п.). Заработная плата рабочего при повременной системе не зависит от количества произведенной им продукции.

При расчете заработной платы по сдельной оплате труда используют технически обоснованные нормы времени и сдельные расценки.

Сдельная расценка — это заработная плата, выплачиваемая рабочему или звену рабочих за единицу произведенной продукции (единицу оборудования, тонну и т.п.).

Индивидуальная сдельная расценка рассчитывается двумя путями:

1) произведением часовой тарифной ставки соответствующего разряда работ на норму затрат труда (в чел.-ч);

2) делением тарифной ставки на норму выработки.

Звеньевая сдельная расценка определяется как произведение среднечасовой тарифной ставки рабочих звена на норму затрат труда (в чел.-ч).

Системы оплаты труда. Сдельная форма оплаты труда имеет две разновидности: прямую сдельную и сдельно-премиальную системы оплаты труда рабочих. Прямая сдельная оплата труда подразделяется на простую сдельную и аккордную.

При *прямой сдельной оплате труда* заработная плата рабочего выплачивается в зависимости от его выработки по прямым сдельным расценкам независимо от выполнения им норм. Как выработка, так и заработок рабочего не ограничиваются. Его труд оплачивается на основе наряда, содержащего перечень, состав и сроки выполнения работ с указанием условий их производства, объемов работ, норм времени и расценки на едини-

цу работ и весь объем. Наряд служит заданием исполнителям. Он закрывается после выполнения и приемки установленных в нем заданий.

Сдельная система оплаты труда может быть индивидуальная, звеньевая или бригадная.

При индивидуальной форме оплаты труда производственное задание выдается каждому рабочему в отдельности и заработная плата ему начисляется за всю выполненную работу.

При звеньевой или бригадной оплате труда наряд оформляется на звено или бригаду в целом. Заработная плата в этом случае определяется выработкой всей бригады или звена, квалификацией каждого рабочего и затраченным им временем на выполнение задания.

Работы по монтажу технологического оборудования в силу их сложности и специфики не могут осуществляться одним рабочим и требуют участия в процессе работы бригады или звена. Поэтому при монтаже оборудования применяют в основном бригадную или звеньевую форму оплаты труда.

При *аккордной оплате труда* бригаде (звену) выдается наряд на выполнение целого комплекса работ (монтажа агрегата, отдельной единицы оборудования), на который устанавливается одна укрупненная расценка. Расценка для аккордного наряда исчисляется на основе калькуляции затрат труда и заработной платы, составляемой по действующим нормам и расценкам.

На разовые объекты разрабатывают индивидуальные калькуляции, на однотипные — типовые калькуляции. Составление индивидуальных калькуляций возлагается на мастера вместе с нормировщиком. В разработке типовых калькуляций участвуют нормативно-исследовательские станции и монтажные организации.

Калькуляция утверждается руководителем монтажной организации в установленном в ней порядке. На основа-

нии калькуляции бригаде выдается аккордный наряд на производство монтажных работ, в котором указывается объем работ, дается их описание, назначаются нормативное время на выполнение работ и сроки их начала и окончания. Калькуляция может прилагаться к наряду или в нем имеется на нее ссылка.

Аккордная система оплаты труда бывает сдельной или сдельно-премиальной.

При *сдельно-премиальной системе* за выполнение заданий по аккордному наряду в срок или досрочно выплачивается премия (до 40 % от суммы сдельного заработка).

Если с аккордным заданием в срок не уложились, премия рабочим не дается.

Между членами бригады премия распределяется в соответствии со временем, фактически отработанным каждым из них, и разрядом работника.

При монтаже оборудования широко используется повременно-премиальная система оплаты труда, при которой помимо основного заработка, рассчитанного по установленным тарифным ставкам, за своевременное и качественное выполнение работ начисляется премия, которая может достигать 40 % от тарифной ставки рабочего.

Премии, начисленные рабочим-повременщикам за время, фактически отработанное в течение месяца, выплачиваются ежемесячно при выдаче заработной платы.

Оплата труда в организациях и их структурных подразделениях, находящихся на коллективном подряде, осуществляется только по конечному результату, т.е. за полностью завершённый объем работ, изготовленную и принятую заказчиком продукцию.

Средства на оплату труда подрядного участка включают в себя основную заработную плату, образуемую по установленным нормативам заработной платы на конечный результат работы, и премии по коллективным результатам.

14.4. Премирование монтажников

Монтажники оборудования могут премироваться кроме премирования по аккордной системе еще за: ввод в действие производственных мощностей и объектов; образцовое выполнение заданий и качество работ; экономию материалов, конструкций и деталей; создание и внедрение новой техники и технологии.

Критерием оценки качества монтажных работ, выполненных по сдаваемым в эксплуатацию строительным объектам, является соответствие их строительным нормам и правилам (СНиП). При осуществлении работ с отступлением от СНиП их оплата не производится и они не засчитываются в объемы выполненных подрядных работ до устранения допущенных отклонений.

Премии рабочим выплачиваются из прибыли и предельными размерами не ограничиваются.

На объектах с нормативной продолжительностью больше одного года за выполнение в срок отдельных наиболее важных заданий и этапов может выплачиваться авансовая премия в размере до 50 % от суммы премий, положенных за ввод в действие объектов. Остальная часть премии выплачивается после сдачи объектов в эксплуатацию в запланированные сроки.

Сроками ввода в действие объектов строительства, дающими право на выплату премий за ввод в действие в полном размере, считаются сроки, первоначально определенные в годовых планах.

При монтаже оборудования бригады премируют за экономию металла, труб, металлоконструкций, арматуры, трубных узлов и т.д. на основе данных учета их поступления и расходования на объекте. Премия выплачивается после завершения всего объема работ, заданного бригаде. За создание и внедрение новой техники и технологии премируют рабочих, непосредственно участвующих в этом мероприятии.

Рационализаторская работа рабочих-монтажников вознаграждается в зависимости от суммы годовой экономии, получаемой в первый год внедрения рационализаторского предложения. Расчет суммы вознаграждения и его выплата проводятся организацией, выдавшей автору удостоверение на рационализаторское предложение и использующей его.

За нарушение производственной и технологической дисциплины, правил эксплуатации машин и механизмов, техники безопасности, брак в работе руководитель организации имеет право лишать полностью или частично премии отдельных рабочих. Также не получают вознаграждения лица, совершившие прогул. Мера наказания должна объявляться приказом или распоряжением по предприятию или организации в соответствии с Трудовым кодексом РФ.

Монтажные организации могут устанавливать отдельным рабочим надбавку к тарифным ставкам.

За высокое профессиональное мастерство квалифицированным рабочим, выполняющим ответственные работы, с учетом непрерывного стажа работы в организации устанавливаются различные надбавки.

Показатели и условия премирования в строительстве должны соответствовать задачам предприятия и его подразделений, реально зависеть от трудовых усилий коллектива. К основным показателям и условиям премирования в строительных организациях относятся:

- рост выработки;
- повышение качества строительномонтажных работ (СМР);
- снижение затрат на производство;
- экономия материальных ресурсов;
- степень использования производственных мощностей, основных фондов, трудовых, финансовых и материальных ресурсов;
- рост прибыли, дохода и пр.

Выбор круга премируемых работников обеспечивает связь показателей и

условий премирования с конкретными задачами производства и содержанием трудовой деятельности работников. Размер премии дифференцируют (в %) в зависимости от величины средств, направляемых на премирование, и достижения предельного значения показателей премирования.

Периодичность премирования (ежемесячное, ежеквартальное, полугодовое) и сроки выплат премий зависят от сезонности работы, длительности производственного цикла, принятых методов начисления коллективу основной и переменной частей заработной платы. Основным источником премиальных выплат является фонд потребления предприятия; при этом премирование за основные показатели хозяйственной деятельности и специальное премирование осуществляются из фонда оплаты труда в пределах средств, предусмотренных на премирование, которые относят на себестоимость СМР.

Предприятие вправе самостоятельно устанавливать доплаты за вредные условия труда — не по списку профессий, а по перечню работ с учетом конкретных условий на каждом рабочем месте.

14.5. Контрактная система найма и оплаты труда

Контрактная система найма и оплаты труда получила широкое распространение в мире для регламентации оплаты труда руководителей, работников науки, а в ряде случаев и рабочих. В соответствии с действующим законодательством заключать контракты можно в трех случаях: когда сама работа носит срочный характер (должна быть выполнена в определенный срок); когда об этом просит сам работник; когда по закону невозможно заключить постоянный договор.

Контракт представляет собой вид трудового договора, устанавливающий индивидуальные условия трудовой деятельности на определенный срок. В контрак-

те можно предусмотреть права работника на информационное, техническое и прочее обеспечение служебных обязанностей, на повышение квалификации и образовательного уровня в рабочее время за счет работодателя, на оплату простоя не по вине работника и т.д. Работодатель имеет право контролировать выполнение обязательств работника. В контракте регламентируются условия оплаты труда, сложность и значимость трудовых функций, практические результаты деятельности, соглашения сторон.

Существующие ставки (оклады) являются предварительными для переговоров, а оплата труда по контракту может существенно отличаться от них. Возможно деление оплаты труда на должностной оклад и переменную долю в зависимости от результатов деятельности. Вопрос об их соотношении стороны решают в индивидуальном порядке, исходя из характера и содержания работы. При этом учитывается стоимость рабочей силы на данном рынке труда в аналогичных условиях.

Переменную долю заработка определяют обязательно с учетом достижения показателей, непосредственно зависящих от работника. К перечню таких показателей относятся: рост прибыли (дохода) и рентабельности, ввод в действие объектов или выполнение задания в установленные сроки или досрочно и т.д.

Контракт может включать в себя социальный пакет работника: единовременные пособия при уходе на пенсию, постоянной или временной потере трудоспособности в результате несчастного случая на производстве или профессионального заболевания; оплату медицинской помощи, в том числе стоимости лекарств, лечебно-оздоровительных процедур и др.

14.6. Основы расчета заработной платы

Производственные нормы и расценки. Основанием для сдельной формы оплаты труда монтажников служат произ-

водственные нормы выработки. Действующие нормы содержат следующие категории: Единые нормы и расценки (ЕНиР), Ведомственные нормы и расценки (ВНиР), местные нормы и расценки (МНиР), типовые нормы и расценки (ТНиР).

Наряды. Основной технической документацией для начисления заработной платы монтажникам технологического оборудования служат наряды. Наряд является производственным заданием с приложенным к нему табелем-расчетом. По данному документу в монтажных организациях осуществляются учет производственных работ, расчет заработной платы рабочих и определяют выполнение ими норм выработки. Каждый наряд включает в себя две части: задание и выполнение.

Задание выдается мастером или рабочим бригаде, звену или отдельному рабочему для производства определенных монтажных работ с указанием объема, срока начала и окончания работ, норм времени и расценок, системы оплаты труда и сумм заработной платы, причитающейся за эти работы. Задание служит планом работы бригады, звена или рабочего.

Оплата труда рабочих осуществляется по второй части наряда — выполнению, являющейся одновременно учетным документом монтажной организации.

Наряды составляются на основе проектов производства работ, графика их выполнения, технологических карт и другой документации. Нормы в нарядах берутся из ЕНиР, ВНиР или ТНиР; при этом в нормативах учитывают отклонения от нормальных условий осуществления монтажных работ. В наряде, выдаваемом рабочему, должны быть заполнены все графы.

Подписанный мастером или производителем работ наряд выдается бригадиру заблаговременно — за несколько дней до начала работ. После ознакомления с нарядом бригадир его подписывает. При не-

обходимости мастер или производитель работ вносят в наряд изменения.

Обычный наряд, выписываемый по прямым сдельным расценкам, содержит все виды работ, порученные бригаде или рабочему, с указанием единиц измерения, норм и расценок по каждому виду работ.

Аккордный наряд предусматривает сумму заработной платы за весь комплекс выполненных работ плюс премиальные доплаты.

В процессе производства бригадой или рабочим порученной работы ведется табельный учет количества времени, отработанного рабочими за расчетный период.

Сдача выполненных бригадой работ по наряду осуществляется путем измерения объемов работ с учетом оценки их качества бригадиром и мастером.

После приемки наряд ими подписывается. Выявленный брак, допущенный по вине рабочих, исправляется ими бесплатно.

По окончании расчетного периода наряды закрываются, даже если предусмотренные в них работы не закончены (кроме аккордных нарядов). На незавершенные работы на следующий расчетный период выписываются новые наряды.

Для расчета по аккордным нарядам каждый месяц определяются объемы фактически выполненных работ и подсчитывается заработная плата рабочих по сдельным расценкам.

При выявлении отклонений от установленных норм и требований наряды принимаются к оплате только после устранения допущенных нарушений.

Распределение заработной платы среди членов бригады. Заработанная бригадой или звеном рабочих-сдельщиков за определенный период (например, месяц) сумма денег распределяется между ними в соответствии с временем, отработанным каждым рабочим, и его разрядом. При этом по тарифным ставкам рассчитывается сумма заработной пла-

ты, полагающаяся за отработанное время каждому члену бригады без премиальных доплат; определяется общая сумма заработной платы бригады по тарифу; путем деления общего сдельного заработка на сумму заработной платы по тарифу рассчитывается коэффициент приработки; умножая полученный коэффициент на сумму заработной платы по тарифу каждого члена бригады, определяют его заработок.

Пример. Рассчитать заработную плату звена, состоящего из трех человек: двух рабочих четвертого разряда, отработавших 166 и 165 ч соответственно, и одного рабочего пятого разряда, отработавшего 165 ч, если общий заработок звена по нарядам составил 60 232 р.

Сумма заработной платы каждого члена звена по тарифным ставкам:

рабочего пятого	
разряда за 165 ч	$165 \times 0,91 = 15\,015 \text{ р.};$
рабочего четвертого	
разряда за 165 ч	$165 \times 0,79 = 13\,035 \text{ р.};$
рабочего четвертого	
разряда за 160 ч	$160 \times 0,79 = 12\,640 \text{ р.}$
Итого:	40 690 р.

Коэффициент приработки

$$\frac{60\,232}{40\,690} = 1,480.$$

Сумма фактической заработной платы каждого члена звена:

рабочего	
пятого разряда	$15\,015 \times 1,480 = 22\,222 \text{ р.};$
рабочего	
четвертого разряда	$13\,035 \times 1,480 = 19\,292 \text{ р.};$
рабочего	
четвертого разряда	$12\,640 \times 1,480 = 18\,708 \text{ р.}$
Итого:	60 222 р.

В монтажных управлениях средства на заработную плату рабочим используют: на оплату труда рабочих-сдельщиков за выполненные в соответствии с

графиком объемы работ по нормам и расценкам, как правило, на технологически обособленный этап строительства или конструктивный элемент, а рабочих-повременщиков — по тарифным ставкам исходя из отработанного ими времени; на выплату рабочим доплат, вознаграждений и компенсаций (доплат за работу в ночное время, за руководство бригадой, единовременных вознаграждений за выслугу лет, оплату очередных и дополнительных отпусков и др.). Оставшаяся часть средств составляет поощрительный фонд, распределяемый по решению руководителя организации между участками, бригадами (звеньями) на основе их трудового вклада.

Средства на заработную плату участков, бригад (звеньев) распределяются между его членами в соответствии с присвоенными рабочим тарифными разрядами с учетом фактически отработанного времени и применением индивидуального коэффициента трудового участия (КТУ), определенного решением соответствующего коллектива (совета) участка, бригады (звена).

Согласно КТУ заработная плата работников не может быть ниже установленного государством минимального размера за отработанное время.

Особенность применения различных систем и форм оплаты труда в монтажной организации состоит в том, что их выбор основывается на проектах, графиках производства работ и сметах на строительство, определяемых договорами между участниками строительства. Это связано с тем, что единственным источником финансирования оплаты труда работников, занятых на строительно-монтажных работах, являются договорные цены и сметы на строительство, где определен размер этих средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алексеевко П.П., Григорьев Л.А., Голованов В.И. и др.** Справочник слесаря-монтажника технологического оборудования. 2-е изд. М.: Машиностроение, 2002. 672 с.
2. **Акимов В.В., Герасимов А.Г., Макарова Т.Н. и др.** Экономика отрасли (строительство): учебник. М.: РИОР, 2007. 286 с.
3. **Безопасность труда в строительстве.** СНиП 12-03–2001; СНиП 12-01–2002. М.: Бюро печати, 2007. 112 с.
4. **Остапенко Ю.М.** Экономика труда: учебн. пособие. М.: ИНФРА-М, 2003.
5. **Белкин И.М.** Справочник по допускам и посадкам рабочего-машиностроителя. М.: Машиностроение, 1985. 320 с.
6. **Белкин И.М.** Средства линейно-угловых измерений: справочник. М.: Машиностроение, 1987. 268 с.
7. **Болдырев В.И.** Практическое пособие для слесаря-монтажника. Волгоград: Экспертпроект, 2004. 255 с.
8. **Горельшев И.Г., Кропивницкий Н.Н.** Слесарно-сборочные работы. Л.: Машиностроение, 1982. 319 с.
9. **Иванов Н.И., Демин В.С.** Такелажные работы. М.: Стройиздат, 1983. 159 с.
10. **Инструмент монтажный для винтов и гаек:** номенклатура. ГОСТ 29308–92.
11. **Кацемеленборен М.Е., Власов В.Н.** Справочник работника механического цеха. М.: Машиностроение, 1984. 240 с.
12. **Крылов Ю.В.** Слесарные и слесарно-сборочные работы. Л.: Лениздат, 1987. 270 с.
13. **Лесовой В.Б.** Карманный справочник слесаря-монтажника. М.: Техника, 2005. 216 с.
14. **Маханько А.М.** Контроль станочных и слесарных работ: учебн. пособие для ПТУ. М.: Высш. шк., 1986. 271 с.
15. **Монтаж машин и аппаратов универсального применения / М.Л. Эльяш, В.А. Тыркин, В.З. Маршев и др.; под ред. В.А. Тыркина.** 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1987. 288 с.
16. **Подъем и перемещение грузов / З.Б. Харас, В.М. Федоров, Э.Н. Исаков, Д.Л. Ярошевская; под ред. З.Б. Хараса.** М.: Стройиздат, 1987. 320 с.
17. **Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.** ПБ 10-382-00. С-Пб. 2001. 272 с.
18. **Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.** утв. пост. Госгортехнадзора России от 11.06.2003 г. № 91.
19. **Рубинов А.Д.** Контроль больших размеров в машиностроении: справочник. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1982. 120 с.
20. **Сборка и монтаж изделий машиностроения:** справочник. В 2-х т. Т. 2. Монтаж машин и агрегатов / под ред. В.С. Демина, П.П. Алексеевко. М.: Машиностроение, 1983. 360 с.
21. **Справочное пособие заказчика-застройщика / С.Н. Мелихов, Н.И. Монахов, Д.И. Земгман.** 5-е изд. перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1985. 815 с.
22. **Сулейманов М.К.** Стропальные и такелажные работы в строительстве и промышленности: учебн. пособие. М.: Центр «Академия», 2007.
23. **Технологичность конструкций изделий:** справочник / Т.К. Алферова, Ю.Д. Амиров, П.Н. Волков и др.: под ред. Ю.Д. Амирова. М.: Машиностроение, 1985. 368 с.
24. **Торопов А.С., Стерлин С.А., Колчинский Ю.Л.** Охрана труда при монтаже технологического оборудования и трубопроводов. М.: Стройиздат, 1987. 192 с.
25. **Трудовой кодекс Российской Федерации.** М.: ИНФРА-М, 2002.
26. **Фадеев Ю.Л., Бородин В.И.** Безопасность труда в строительстве. М.: Альфа-Пресс, 2008.
27. **Экономика строительства:** учебн. пособие / Е.А. Толмачев, Б.Е. Монахов. М.: Юриспруденция, 2003.
28. **Эльяш М.Л.** Механизация трудоемких процессов при монтаже технологического оборудования и трубопроводов. М.: Стройиздат, 1987. 192 с.
29. **Яковлев В.Н.** Справочник слесаря-монтажника. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1983. 464 с.

САМОРЕГУЛИРУЕМЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Приложение 1

Саморегулируемые организации в строительстве

С 2009 г. прекращено государственное лицензирование деятельности по строительству и проектированию.

Согласно ФЗ № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях», все компании, оперирующие в сфере строительства, были обязаны до 1 января 2010 г. вступить в саморегулируемые организации (СРО) и получить свидетельство на дальнейшую деятельность. Компании, которые не вступили в СРО в строительстве и не получили соответствующего свидетельства, обязаны приостановить ведение строительной деятельности с 1 января 2010 г. В противном случае предусмотрены следующие меры наказания:

1) административная и уголовная ответственность за осуществление незаконного предпринимательства;

2) признание недействительными всех договоров на оказание строительной, проектной и изыскательской деятельности компаниями без свидетельства СРО, а также конфискация денежных средств, полученных по договорам.

СРО осуществляет свою работу, руководствуясь принципами создания для своих участников документально-правовой базы стандартов качества выполнения строительно-проектных работ и осуществления контроля за их исполнением. СРО в строительстве и проектировании выступает гарантом выполнения своими участниками всех строительных норм и правил, а также осуществляет юридическую защиту прав и законных интересов своих подопечных компаний.

СРО строителей — вид некоммерческой организации, основанной на членстве индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, выполняющих строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства.

Содержанием деятельности СРО являются разработка и утверждение документов, предусмотренных Градостроительным кодексом РФ, а также контроль за соблюдением членами СРО требований этих документов.

Основными целями саморегулируемых организаций являются:

- предупреждение причинения вреда жизни или здоровью физических лиц, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений, объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации (далее — вред) вследствие недостатков работ, которые влияют на безопасность объектов капитального строительства и выполняются членами СРО;

- повышение качества выполнения строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства.

СРО в строительстве выполняют следующие функции:

1) разработку критериев и требований к соискателям на членство в этих организациях. Организация обязана составить требования для каждого конкретного вида деятельности в строительной сфере;

2) выдачу свидетельства СРО на осуществление строительной деятельности. Для каждого конкретного вида работ саморегулируемая строительная организация выдает отдельное свидетельство;

3) мониторинг и анализ деятельности членов объединения на основе предоставленных отчетов. СРО, строительство в которых является профессиональной сферой деятельности, обязаны регулярно публиковать материалы в установленном законом порядке;

4) СРО в строительстве осуществляют профессиональную аттестацию членов объединения и организуют обучающие курсы и программы;

5) саморегулируемая строительная организация обязана представлять интересы своих членов при возникновении отношений с органами государственной и муниципальной власти, а также организовывать третейский суд для решения споров и конфликтов;

6) в случае нарушения Устава саморегулируемые строительные организации имеют право применять меры дисциплинарного воздействия, вплоть до аннулирования свидетельства на осуществление строительной деятельности.

Вступить в СРО в области строительства могут все юридические лица и индивидуальные предприниматели, занятые профессиональной деятельностью в строительной сфере, при условии ее соответствия требованиям, установленным Градостроительным кодексом РФ. Среди этих требований:

- объединение в составе некоммерческой организации в качестве ее членов не менее 100 индивидуальных предпринимателей и (или) юридических лиц;

- наличие компенсационного фонда, сформированного в размере не менее миллиона рублей на одного члена некоммерческой организации или, если такой организацией установлено требование к страхованию ее членами гражданской ответственности, которая

может наступить в случае причинения вреда вследствие недостатков работ, которые влияют на безопасность объектов капитального строительства, в размере не менее 300 тыс. руб. на одного члена некоммерческой организации;

- наличие документов, предусмотренных Градостроительным кодексом РФ.

СРО начинает полноценную деятельность и приобретает свой статус с момента ее регистрации в Государственном реестре саморегулируемых организаций.

В члены СРО могут быть приняты юридическое лицо, в том числе иностранное, и индивидуальный предприниматель, соответствующие требованиям к выдаче свидетельств о допуске к одному или нескольким видам работ, которые влияют на безопасность объектов капитального строительства и решение вопросов по выдаче свидетельства о допуске к сфере деятельности СРО.

СРО в строительстве создаются по следующим принципам:

- региональному;
- межрегиональному;
- отраслевому.

Техническое регулирование в строительстве

27 декабря 2002 г. был принят федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании». В связи с принятием этого закона в России начался процесс создания системы технического регулирования. Основная цель закона — обеспечить создание двухуровневой системы нормативных документов: технических регламентов, которые содержат обязательные требования, и добровольных стандартов.

Закон регулирует отношения, возникающие при установлении как обязательных требований, так и добровольных правил и характеристик в отношении продукции, процессов производст-

ва, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг, а также по оценке соответствия.

Технический регламент в законе определен как документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или Федеральным законом, или Указом Президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации, и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

С принятием данного Закона стандарты, в том числе государственные, утрачивают свою обязательную силу.

Положения федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, касающиеся сферы применения рассматриваемого закона в части контроля за соблюдением требований технических регламентов, применяются лишь в части, не противоречащей новому законодательству. За органами исполнительной власти оставлено право издавать в сфере технического регулирования только акты рекомендательного характера. Тем самым, по существу, прекращается практика ведомственного нормирования технических характеристик продукции и установления правил проверки соответствия, т.е. сертификации.

Технические регламенты принимаются в целях защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений, предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей. Принимать

технические регламенты в иных целях не допускается.

Основная цель принятия технических регламентов — установление минимально необходимых требований, обеспечивающих различные виды безопасности продукции и процессов (химическую, биологическую, ядерную, радиационную и взрывобезопасность и т.д.). Содержащиеся в технических регламентах обязательные требования к продукции и процессам являются исчерпывающими, имеют прямое действие на всей территории Российской Федерации и могут быть изменены только путем внесения изменений и дополнений в соответствующий технический регламент.

На основании федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании» с 1 июля 2010 г. вступили в силу новые законодательные документы, касающиеся обеспечения безопасности зданий и сооружений и капитального строительства в целом. Это Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и новый «Перечень видов работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства», утвержденный приказом Минрегиона РФ от 30.12.2009 г. № 624.

Структура технического регламента включает в себя три основные части:

- требования к безопасности зданий и сооружений;

- требования по обеспечению безопасности зданий и сооружений на всех этапах жизненного цикла строительной продукции;

- формы оценки соответствия.

В техническом регламенте «О безопасности зданий и сооружений» объектами технического регулирования являются объекты капитального строительства (здания, сооружения) на всех стадиях их жизненного цикла, но не процессы изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации, сноса.

Идентификация объекта технического регулирования проводится по трем признакам:

1) по назначению (жилые, общественные, производственные здания и т.д.);

2) по уровню ответственности (повышенный, нормальный, пониженный); от уровня ответственности зависят коэффициенты запаса, закладываемые в расчетные формулы при выполнении проектных работ;

3) применительно к формам оценки соответствия, где объекты подразделены на три группы: объекты, подлежащие обязательной государственной экспертизе и надзору; объекты, не подлежащие обязательной государственной экспертизе и надзору; объекты индивидуального жилищного строительства.

Формы оценки соответствия объединены в две группы: осуществляемые 1) государственными органами власти и 2) негосударственными организациями. К формам первой группы относятся государственная экспертиза, государственный строительный надзор, ввод в эксплуатацию объектов, государственный эксплуатационный контроль, разрешение на строительство и на ввод в эксплуатацию. В числе второй группы форм негосударственная экспертиза, строительный контроль, авторский над-

зор, испытания, эксплуатационный контроль, заключение о соответствии.

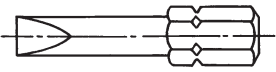
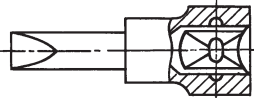
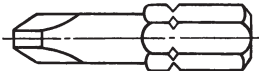
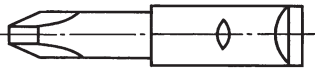
Согласно новому техническому регламенту устанавливаются восемь видов безопасности строительной продукции: механическая, пожарная, условия проживания (биологические, химические, радиационные), условия пользования (электро- и термобезопасность), безопасность в сложных природных и техногенных условиях, безопасность зданий с точки зрения их воздействия на окружающую среду, доступность зданий и сооружений для инвалидов, энергетическая эффективность зданий и сооружений. Выполнение указанных требований безопасности применительно к конкретному зданию, сооружению позволит обеспечить его безопасность в целом.

По техническому регламенту к актуализированным СНиП, СанПиН и ГОСТ (сводам правил), конкретизирующим те или иные его положения, должны быть разработаны национальные строительные стандарты. Необходимо переработать 162 технических документа в различных сферах. С вступлением в силу технического регламента в этот процесс активно включился бизнес, который будет сам финансировать разработку нормативов. По закону новые правила и стандарты должны быть разработаны до 2012 г.

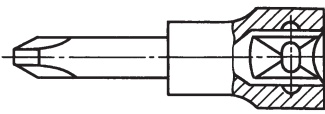
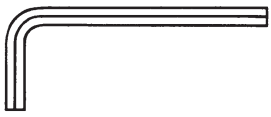
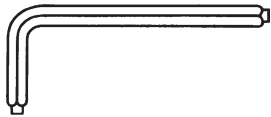
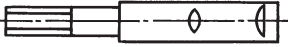
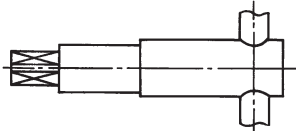
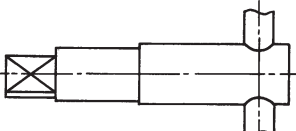
ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ГОСТ 29308–92 (ИСО 1703–83)

Приложение 2

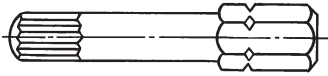
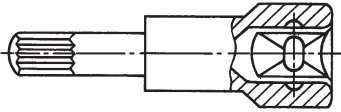
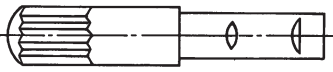
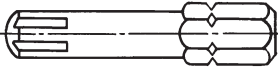
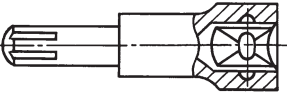
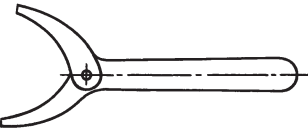
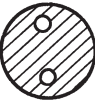
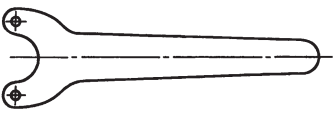
Инструмент ручной для винтов

Приме- нение	Эскиз	Наименование
		Отвертка для винтов и шурупов с прямым шлицем (ГОСТ 17199–88)
		Отвертка двусторонняя изогнутая для винтов и шурупов с прямым шлицем (ГОСТ 17199–88)
		Вставка для винтов и шурупов с прямым шлицем с наружным присоединительным квадратом
		Вставка для винтов и шурупов с прямым шлицем для реверсивных отверток с винтовым храповым механизмом
		Вставка для винтов шурупов с прямым шлицем с присоединительным внутренним квадратом для отверток
		Отвертка для винтов шурупов с крестообразным шлицем
		Отвертка двусторонняя изогнутая для винтов и шурупов с крестообразным шлицем (ГОСТ 17199–88)
		Вставка для винтов и шурупов с крестообразным шлицем с наружным присоединительным шестигранником для отверток
		Вставка для винтов и шурупов с крестообразным шлицем для реверсивных отверток с храповым механизмом

Продолжение прил. 2

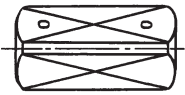
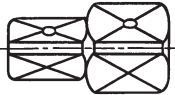
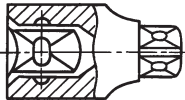
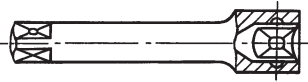
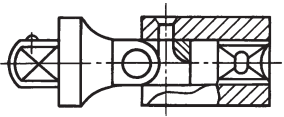
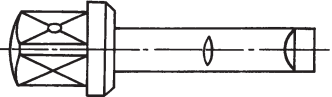
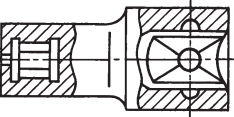
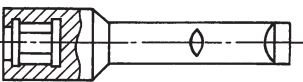
Приме- нение	Эскиз	Наименование
		Вставка для винтов и шурупов с крестообразным шлицем с внутренним присоединительным квадратом для отверток
		Ключ торцовый для винтов с шестигранным углублением «под ключ» с рукояткой
		Ключ торцовый для винтов с шестигранным углублением «под ключ» (ГОСТ 11737–93)
		Ключ торцовый для винтов с шестигранным углублением «под ключ» с центром
		Вставка для винтов с шестигранным углублением «под ключ» для реверсивных отверток с винтовым храповым механизмом
		Вставка для винтов с шестигранным углублением «под ключ» с наружным присоединительным шестигранником
		Вставка для винтов с шестигранным углублением «под ключ» с внутренним присоединительным квадратом
		Ключ торцовый для деталей крепления с четырехгранным углублением «под ключ» и стержнем для поворота
		Ключ торцовый для деталей крепления с трехгранным углублением «под ключ» и стержнем для поворота

Окончание прил. 2

Применение	Эскиз	Наименование
		Вставка для винтов со сдвоенным шестигранным углублением «под ключ» с наружным присоединительным шестигранником
		Вставка для винтов со сдвоенным шестигранным углублением «под ключ» с внутренним присоединительным квадратом
		Вставка для винтов со сдвоенным шестигранным углублением «под ключ» для реверсивных отверток с винтовым храповым механизмом
		Ключ торцовый для винтов с шестигранным углублением «под ключ»
		Вставка для винтов с шестигранным углублением «под ключ» с наружным присоединительным шестигранником
		Вставка для винтов с шестигранным углублением «под ключ» с внутренним присоединительным четырехгранником (ГОСТ 25604–83)
		Отвертка для круглых гаек со шлицем на торце (ГОСТ 17199–88)
		Ключ для круглых гаек со шлицами на торце
		Ключ для круглых гаек со шлицами на торце регулируемый
		Ключ для круглых гаек с отверстиями на торце

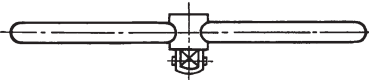
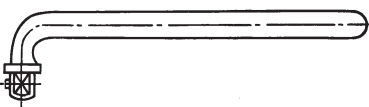
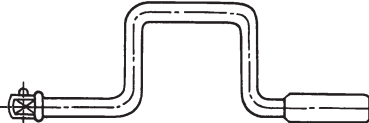
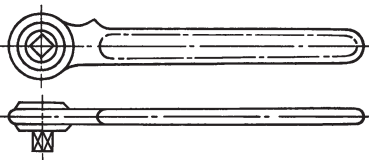
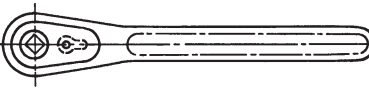
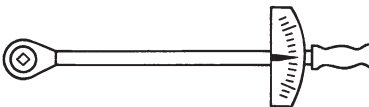
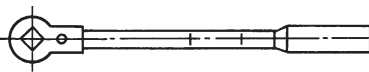
Приложение 3

Соединительные детали

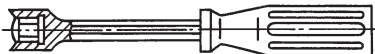
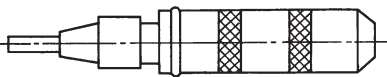
Эскиз	Наименование
	Соединитель квадратного сечения
	Переходник с наружными присоединительными квадратами
	Переходник с наружными и внутренними присоединительными квадратами
	Удлинитель к торцовым ключам с наружным и внутренним присоединительными квадратами (ГОСТ 25600–83)
	Шарнир с наружным и внутренним присоединительными квадратами (ГОСТ 25603–83)
	Вставка для реверсивных отверток с винтовым храповым механизмом с наружным присоединительным квадратом
	Сменная головка для торцового ключа с внутренним присоединительным квадратом и шестигранником
	Вставка с внутренним шестигранником для реверсивных отверток с винтовым храповым механизмом

Приложение 4

Приводные детали и приспособления

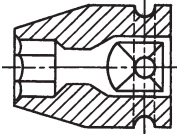
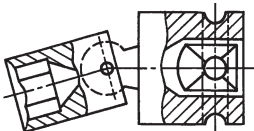
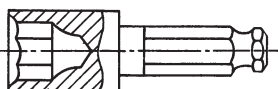
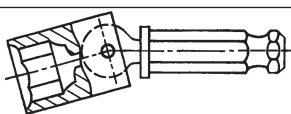
Приме- нение	Эскиз	Наименование
		Стержень приводной с ручкой для сменных головок с присоединительным квадратом (ГОСТ 25601–83)
		Стержень поворотный с двумя рукоятками для сменных головок с присоединительным квадратом (ГОСТ 25601–83)
		Стержень поворотный изогнутый для сменных головок с присоединительным квадратом (ГОСТ 25601–83)
		Коловорот для сменных головок с присоединительным квадратом (ГОСТ 25602–83)
		Ключ трещоточный для сменных головок с присоединительным квадратом (ГОСТ 22402–77)
		Ключ трещоточный реверсивный с переключателем с присоединительным квадратом (ГОСТ 22402–77)
		Ключ динамометрический для сменных головок с присоединительным квадратом
		Ключ динамометрический с фиксированным крутящим моментом

Окончание прил. 4

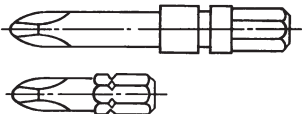
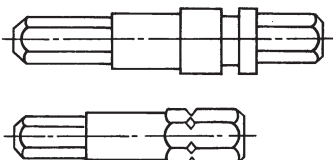
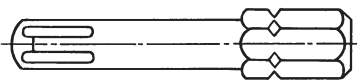
Применение	Эскиз	Наименование
		Стержень приводной с рукояткой для вставок с внутренним присоединительным шестигранником
		Отвертка реверсивная с винтовым храповым механизмом
		Отвертка ударная для сменных головок

Приложение 5

Инструмент механизированный для винтов и гаек

Применение	Эскиз	Наименование
		Сменные головки с внутренним присоединительным квадратом и шестигранником
		Шарнир с внутренним присоединительным квадратом и шестигранником
		Вставка с наружным и внутренним присоединительными шестигранниками
		Вставка шарнирная с наружным и внутренним присоединительными шестигранниками
		Вставка для винтов и шурупов с прямым шлицем с наружным присоединительным шестигранником

Окончание прил. 5

При- мене- ние	Эскиз	Наименование
		Вставка для винтов и шурупов с крестообразным шлицем с наружным присоединительным шестигранником
		Вставка для винтов с шестигранным углублением под ключ с наружным присоединительным шестигранником
		Вставка для винтов с шестишлицевым углублением «под ключ» с наружным присоединительным шестигранником

Справочное издание

**Голованов Владимир Иванович,
Калугин Виктор Алексеевич и др.**

**СПРАВОЧНИК СЛЕСАРЯ-МОНТАЖНИКА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Редактор *А.П. Лебедева*
Художественный редактор *Н.А. Свиридова*
Корректор *М.Я. Барская*
Оператор компьютерной верстки *А.Д. Деева*

Сдано в набор 01.04.10. Подписано в печать 16.09.10.
Формат 70×100 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 52,0. Уч.-изд. л. 53,4
Тираж 1000 экз. Заказ

ООО «Издательство Машиностроение»
107076, Москва, Стромьинский пер., 4
www.mashin.ru

Отпечатано в ГУП ППП «Типография «Наука» РАН
121099, г. Москва, Шубинский пер., 6

ISBN 978-5-94275-528-7



9 785942 755287