

Б. С. ПОКРОВСКИЙ

СЛЕСАРНО-СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

УЧЕБНИК

*Рекомендовано
Федеральным государственным учреждением
«Федеральный институт развития образования»
в качестве учебника для использования
в учебном процессе образовательных учреждений,
реализующих программы начального профессионального
образования*

*Регистрационный номер рецензии 616
от 10 февраля 2009 г. ФГУ «ФИРО»*

10-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2016

УДК 621.993.1(075.32)
ББК 34.68
П487

Рецензенты:
преподаватель спецтехнологии лицея № 310 «Квалитет»,
г. Москва *М.К. Чусов*;
преподаватель спецтехнологии ГОУ СПО «Политехнический колледж № 8»,
г. Москва *А.С. Завьялов*

Покровский Б. С.

П487 Слесарно-сборочные работы : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Б. С. Покровский. — 10-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2016. — 352 с.
ISBN 978-5-4468-4154-7

Рассмотрены конструкции и технологические процессы сборки типовых узлов и механизмов, методы и технические средства механизации сборочных процессов, основные направления автоматизации процесса сборки. Освещены материалы по использованию роботов и вычислительной техники в сборочном производстве, а также вопросы организации сборочного производства.

Учебник может быть использован при изучении общепрофессиональной дисциплины «Основы слесарных и сборочных работ» в соответствии с ФГОС СПО для профессии «Слесарь».

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть использован при подготовке рабочих на производстве.

УДК 621.993.1(075.32)
ББК 34.68

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

ISBN 978-5-4468-4154-7

© Покровский Б. С., 2003
© Покровский Б. С., 2012, с изменениями
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2012
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2012

Изготовление машиностроительными предприятиями современных высококачественных машин, аппаратов, приборов и оборудования для различных отраслей промышленности является неотъемлемой частью технико-экономического роста страны, основой для производства качественной, конкурентоспособной продукции.

Эти факторы объясняют необходимость ускоренного развития машиностроения. Однако ускоренное развитие машиностроения невозможно без квалифицированных рабочих кадров, потребность в которых в ближайшие годы будет возрастать. Это обусловлено тем, что кадровые квалифицированные рабочие уходят на пенсию и им необходима адекватная замена.

Крупные компании, например «Объединенные машиностроительные заводы», вынуждены привлекать квалифицированных рабочих не только из различных регионов России, но и из стран СНГ. Однако таким путем решить проблему квалифицированных рабочих кадров невозможно.

Большинство предприятий в настоящее время не занимается подготовкой квалифицированных рабочих кадров и основная нагрузка ложится на государство.

В обеспечении высокого качества выпускаемой машиностроительной продукции значительную роль играют применяемые при ее изготовлении технологические процессы механической обработки деталей и их сборки. Чем выше качество изготовления машин и оборудования, тем выше их технико-экономические показатели и тем больший эффект они дают в процессе эксплуатации. Помимо того, с повышением качества машин и оборудования повышается качество выпускаемой на них продукции и снижается ее себестоимость.

Наиболее ответственным этапом в производстве машин и оборудования является их сборка. Даже при качественном изготовлении деталей машин и оборудования их небрежная сборка может привести к появлению некачественной продукции. Учитывая влияние сборочных работ на качество готовой продукции, а также тот факт, что эти работы составляют приблизительно 40 % общего объема трудо-

вых затрат на изготовление продукции, следует обратить особое внимание на совершенствование технологических процессов сборки.

Сборочные процессы в машиностроительном производстве характеризуются низким уровнем механизации и автоматизации, что обусловлено рядом причин:

- широкая номенклатура собираемых изделий, которая требует гибких, легкоизменяющихся сборочных процессов, выполняемых при высоких трудовых затратах;
- большое разнообразие кинематических связей в собираемых изделиях, которое возрастает по мере увеличения числа деталей в собираемых узлах;
- отсутствие типового высокопроизводительного сборочного оборудования, что приводит к необходимости его разработки для отдельных, конкретных сборочных операций, а это экономически невыгодно;
- недостаточно высокое качество изготовления поступающих на сборку деталей, что требует выполнения доводочных и пригоночных работ в процессе сборки.

Одной из главных причин низкого уровня механизации и автоматизации сборочных процессов является несоответствие конструкции деталей требованиям автоматической сборки.

Все это приводит к тому, что при выполнении сборочных работ средства механизации и автоматизации применяют существенно меньше, чем при механической обработке. Это подтверждается тем, что основные фонды сборочного производства составляют менее 10 % общих основных фондов машиностроительного производства.

Механизация и автоматизация сборочного производства и смежных с ними операций, таких как регулирование, балансировка, испытание машин и оборудования, обеспечивают не только повышение качества выпускаемой продукции, но и существенное снижение материальных и трудовых затрат, т.е. снижение себестоимости ее изготовления.

Значительную роль в повышении качества сборочных работ и снижении их трудоемкости играет рациональная организация рабочего места.

Под организацией рабочего места следует понимать правильную установку и размещение верстаков, рационализацию рабочих движений слесаря, схему размещения инструментов, приспособлений, материалов и различного оборудования. Верстаки следует

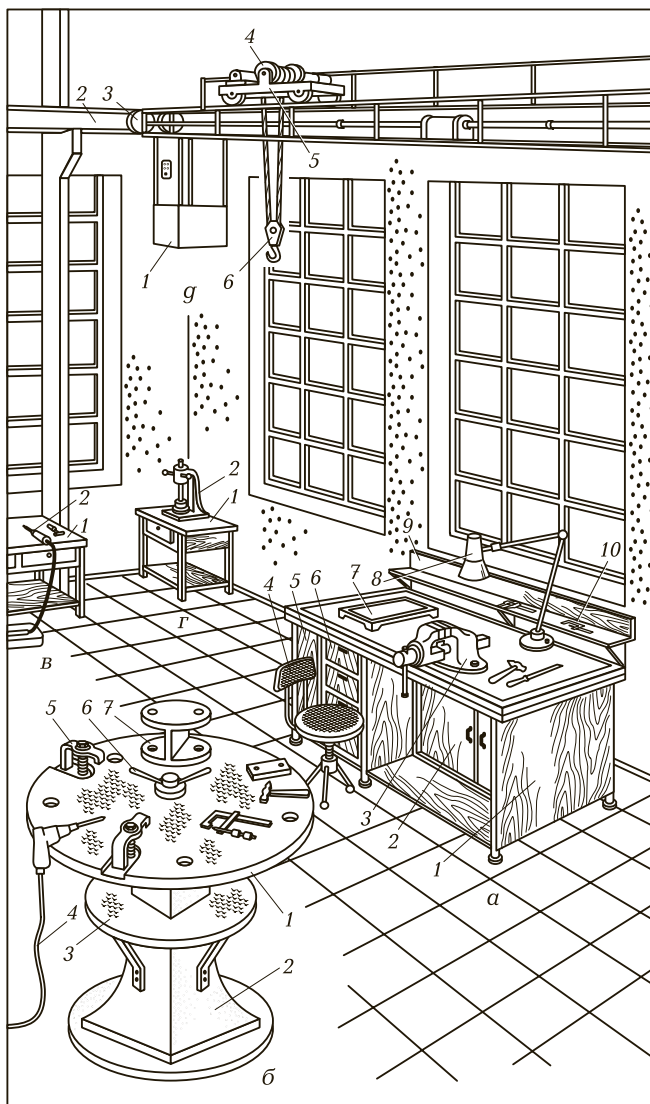


Рис. В1. Интерьер сборочного участка:

а – слесарный верстак с выдвижными ящиками и подъемно-поворотным стулом: 1 – верстак; 2 – шкаф; 3 – тиски; 4 – подъемно-поворотный стул; 5 – пластина; 6 – ящик; 7 – контрольная плита; 8 – лампа; 9 – полка; 10 – измерительный инструмент; *б* – круглая поворотная плита: 1 – плита; 2 – основание; 3 – диск; 4 – пневматическая машинка; 5 – прижим; 6 – болт; 7 – деталь; *в* – монтажно-сборочный стол: 1 – стол; 2 – пресс; *д* – мостовой кран: 1 – кабина; 2 – рельсы; 3 – колеса; 4 – барабан; 5 – тележка; 6 – крюк

размещать таким образом, чтобы максимально использовать естественное освещение, т. е. вблизи окон или под стеклянным фонарем в крыше производственного помещения. Один из вариантов рационального размещения слесарного верстака показан на рис. В1, а.

Сборку крупногабаритных узлов осуществляют на специальной круглой поворотной плите, смонтированной на основании (рис. В1, б).

Монтажно-сборочный стол, так же, как и верстак, целесообразно установить у окна (рис. В1, в). В менее освещенном месте сборочного участка может быть установлен стол с ручным прессом (рис. В1, г).

Для перемещения тяжелых деталей и узлов в процессе сборки используют мостовой кран (рис. В1, г).

Приведенная схема размещения оборудования на сборочном участке является рекомендательной и может изменяться исходя из условий сборки и конструкции собираемых изделий.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ

1.1. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ К СБОРКЕ

Подготовка деталей к сборке обычно состоит из пригоночных работ, очистки и мойки.

Пригоночные работы. Поступающие на сборку детали по точности изготовления не всегда соответствуют требованиям, предъявляемым к точности и характеру их соединений. Поэтому для обеспечения точности соединения и соответствующего сопряжения соединяемых деталей требуется выполнение различных пригоночных работ, которые выполняют либо вручную, либо с использованием механизированного инструмента, приспособлений или стационарного оборудования. Процесс пригонки разбивают на два этапа:

- определяют погрешность геометрических размеров и формы поступивших на сборку деталей, используя универсальные или специальные измерительные средства;
- производят снятие лишнего слоя материала, выбирая способ обработки в зависимости от значения погрешности и требований к точности пригонки и шероховатости поверхностей сопряжения.

Для определения способа обработки рекомендуется использовать данные табл. 1.1.

Таблица 1.1. Шероховатость и точность поверхностей сопряжений, обеспечиваемые различными видами пригоночных работ

Вид пригоночной работы	Rz , мкм	Ra , мкм	Квалитеты точности
Сверление	25...10	—	10—13
Зенкерование черновое	25	6,3	9—12

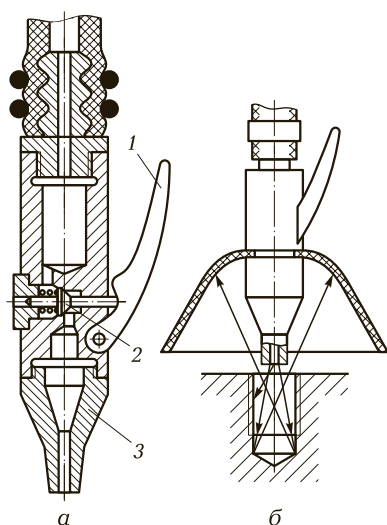
Вид пригоночной работы	Rz, мкм	Ra, мкм	Квалитеты точности
Зенкерование чистовое	—	6,3...0,4	8—9
Развертывание	—	6,3...0,4	8—9
Развертывание тонкое	—	3,2...0,1	6—7
Шабрение чистовое	—	1,25	6—7
Шабрение тонкое	—	0,63...0,32	5—6
Шлифование предварительное	—	6,3...0,4	8—9
Шлифование чистовое	—	3,2...0,2	6—7
Притирка	—	0,8...0,1	5—6

Если выполнение пригоночных работ не требуется, то сразу после поступления на сборку детали должны быть очищены от смазки и грязи. Очистка деталей перед сборкой — одно из условий ее высокого качества и обеспечения безаварийной долговременной работы собранного механизма. Очистка важна не только для сопрягаемых, но и для свободных поверхностей, которые в последующем подлежат окраске или гальваническому покрытию.

Очистка. Очистка обычно производится механическим путем и заключается в удалении загрязнений, антикоррозионной смазки, продуктов окисления, окалины и т. д. В качестве инструментов для очистки применяют скребки или ручные и механизированные щетки. При незначительном загрязнении деталей для очистки можно использовать обдув струей сжатого воздуха. Обдув сжатым воздухом целесообразно производить перед каждой сборочной операцией после удаления загрязнения скребком или щеткой. Особенно тщательно следует очищать отверстия, пазы и полости, в которых чаще всего скапливаются пыль, грязь и остатки стружки от предшествующей механической обработки. Обдув сжатым воздухом производится при помощи специального наконечника (рис. 1.1, а), который соединен с системой центральной разводки сжатого воздуха при помощи гибкого шланга. Подача сжатого воздуха производится через сопло 3 при открытом клапане 2. Открытие клапана происходит при нажатии на курок 1. Для предупреждения травматизма при обдуве на наконечник устанавливают специальный отражатель (рис. 1.1, б). После очистки детали перед сборкой целесообразно промыть.

Рис. 1.1. Наконечник для обдувки деталей сжатым воздухом:

а — устройство наконечника: 1 — курок; 2 — клапан; 3 — сопло; *б* — наконечник с отражателем



Мойка. Промывка деталей обеспечивает удаление незначительных загрязнений и жировых пленок с поверхностей деталей. В ходе мойки применяют специальные моющие средства [8, с. 263—268].

Мойка деталей может осуществляться несколькими способами: химическим, электрохимическим, ультразвуковым, с использованием электрогидравлического эффекта.

Химическая мойка осуществляется в специальных моечных машинах и включает в себя следующие этапы (условно):

- механическое очищение за счет воздействия частиц перемещающейся жидкости;
- смачивание поверхности детали;
- абсорбирование загрязнения;
- смыв.

Все эти воздействия на деталь осуществляются одновременно. На качество очистки большое влияние оказывает состав моющего раствора.

В качестве таких растворов применяют органические растворители: керосин, бензин, спирт, уайт-спирит, ацетон. Возможно также применение водных растворов щелочей и синтетических поверхностно-активных веществ.

Электрохимическая мойка осуществляется механическим и химическим воздействием на деталь потока жидкости, а также катодной поляризацией детали. Перемещение электролита в ванне для интенсификации очистки происходит подачей в нее свежего электролита по специально проложенному трубопроводу.

Ультразвуковая мойка применяется в тех случаях, когда требуется особенно тщательная очистка деталей собираемого узла. Сущность ультразвуковой мойки заключается в том, что в моющей среде возбуждаются ультразвуковые колебания, а возникающие в результате этого ударные волны обеспечивают интенсивное разрушение загрязняющего слоя.

После ультразвуковой очистки детали промывают в горячей и холодной воде, а затем просушивают.

Мойка с использованием электрогравитического эффекта, возникающего при импульсных искровых разрядах, в настоящее время находится в стадии экспериментальной разработки.

Выбор способов очистки и мойки деталей, поступающих на сборку, зависит от вида и интенсивности загрязнения.

Наиболее распространенными видами загрязнений являются:

- дорожно-почвенные. Эти загрязнения могут появляться в процессе длительного хранения и транспортирования деталей, они содержат дорожную грязь, растительные остатки и масляно-грязевые отложения. Такие загрязнения удаляют сначала проволочными щетками и ветошью, а затем промывают одним из приведенных ранее способов;
- остатки смазочных материалов. Остатки смазочных материалов, образующиеся на поверхностях деталей, требуют тщательной очистки в основном ветошью с последующей не менее тщательной промывкой;
- лаковые пленки. Это особый вид углеродистых отложений, возникающий в результате термического окисления тончайших масляных слоев. Масло, попадая на нагретую поверхность детали в виде тонкой пленки, может выделять очень мелкие углеродистые частицы (приблизительно 1 мкм), которые служат исходным материалом для лаковой пленки. Такие пленки удаляют мойкой деталей в растворяюще-эмульгирующих средах с последующей механической очисткой;
- абразивные и механические частицы. Такие частицы появляются на деталях в процессе их изготовления. Эти загрязнения удаляют механической очисткой с последующим обдувом сжатым воздухом и мойкой.

Помимо загрязнений на поверхностях деталей могут находиться продукты коррозии, образующиеся при длительном хранении в результате химического и электрохимического разрушений металла.

1.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАШИНАМ, СБОРОЧНЫМ ЕДИНИЦАМ И ДЕТАЛЯМ

Несмотря на большое разнообразие конструкций современных машин установлены общие требования как к самим машинам, так и к их сборочным единицам и деталям. Основными из предъявляемых к машинам требованиям являются следующие:

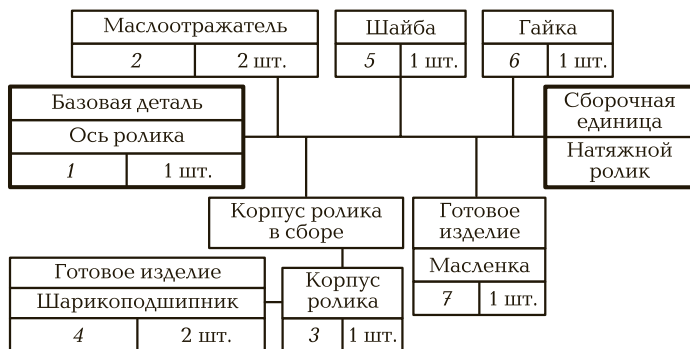
- соответствие производительности заданным объемам и темпам работ;
- высокая долговечность и надежность, обеспечение соответствующего срока гарантии при заданных условиях эксплуатации;
- обеспечение при эксплуатации минимальных трудовых и материальных затрат;
- удобство доставки к потребителю.

К конструкции сборочных единиц предъявляют требования легкости сборки, разборки и замены относительно быстроизнашивающихся частей. Детали, входящие в сборочную единицу, должны быть простыми по конструкции, экономичными в изготовлении, иметь минимальную массу при достаточной прочности и быть надежными в эксплуатации. Прочность детали обеспечивается правильным выбором материала. Помимо того, детали должны обладать достаточной износостойкостью, которая достигается применением специальных материалов, и поверхностным упрочнением (закалка, цементация, наклеп и т.д.).

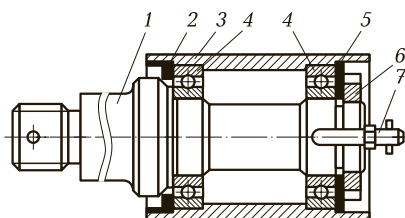
Одним из существенных критериев оценки конструкции является ее технологичность, которая обеспечивается применением в новой машине деталей простейшей конфигурации с минимальной обработкой (штамповка, точное литье, фасонный прокат, сварка, резание), унификацией деталей в различных сборочных единицах, стандартизацией конструктивных элементов деталей (канавки, фаски), применением в новой машине деталей и узлов, ранее освоенных на производстве.

1.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА СБОРКУ И ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Технологическая схема сборки наиболее наглядно отображает последовательность и особенности выполнения сборочных опера-



а



б

Рис. 1.2. Схема сборки (а) сборочной единицы (б)

ций. При построении этой схемы (рис. 1.2, а) изделие разделяют на составные элементы — детали (рис. 1.2, б). Каждый элемент изображают в виде прямоугольника, разделенного на три части (см. рис. 1.2, а). В верхней части прямоугольника указывают наименование детали, в левой нижней части — ее индекс (номер позиции на эскизе), а в правой нижней части число деталей, входящих в сборочную единицу.

На схеме должны быть также обозначены базовая деталь, сборочные единицы и готовые изделия.

Технологическую схему сборки составляют в следующей последовательности:

- в левой части схемы изображают в виде прямоугольника базовую деталь (ось ролика), на которой будут собирать все изделие;
- в правой части схемы также в виде прямоугольника изображают собранное изделие (натяжной ролик);
- прямоугольники, изображающие базовую деталь и собранное изделие, соединяют прямой линией;

- сверху и снизу от этой линии изображают детали и узлы, которые будут собираться на базовой детали; располагают прямоугольники, соответствующие деталям и узлам, в той последовательности, в которой они устанавливаются на базовую деталь.

Если какой-либо узел должен быть установлен на базовую деталь в собранном виде (в нашем примере — корпус ролика в сборе), то на схеме необходимо показать последовательность его сборки. Использование в изделии готовых, предварительно собранных узлов (в нашем примере — подшипник и масленка) также должно быть отражено на схеме сборки.

На основании выполненной схемы разрабатывают технологический процесс сборки, составляя технологические, маршрутные и операционные карты.

Технологическая карта сборки — это форма технологической документации, в которой записан весь процесс изготовления изделия, указаны операции и их составные части, материалы, производственное оборудование и технологические режимы, необходимые для изготовления изделия, время, квалификация работников и т. п.

Маршрутная карта сборки — это документ, содержащий описание технологического процесса сборки по операциям. Применяют маршрутные карты, как правило, в мелкосерийном и единичном производстве.

Операционная карта сборки (рис. 1.3) — это документ, содержащий более подробное описание операций с расчленением их по переходам. В серийном и массовом производстве операционные карты сборки разрабатывают отдельно на каждую сборочную операцию.

Процесс сборки в машиностроении состоит из узловой сборки и общей сборки изделия из предварительно собранных узлов.

Любой технологический процесс сборки должен обеспечивать:

- получение изделия заданного качества;
- максимальную производительность труда;
- минимальные трудовые и материальные затраты;
- минимальное вредное воздействие на окружающую среду.

Разрабатывать технологический процесс следует на основе имеющихся типовых технологических процессов, под которыми понимают технологические процессы, применяемые для изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологиче-

скими признаками. Технологический процесс должен полностью соответствовать требованиям безопасности труда и промышленной санитарии.

Построение технологического процесса начинают с изучения сборочного чертежа изделия. При изучении чертежа выделяют основные сборочные единицы (узлы). Основное внимание уделяют технологичности их сборки. Технологичной считается такая конструкция, которая позволяет собирать узел и изделие в целом с наивысшим качеством при минимальных затратах, необходимых на технологическую подготовку производства и сборку изделия. На основании проведенного анализа на каждый узел и механизм в целом составляют схему сборки. В соответствии со схемой сборки выбирают необходимое технологическое оборудование, приспособления и инструменты и составляют технологическую карту сборки механизма и составляющих его сборочных единиц с разбивкой технологического процесса на операции. На основании составленной технологической карты разрабатывают операционные карты сборки.

1.4. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ СБОРКИ

Организационные формы сборочных работ зависят от типа производства, который определяется объемом выпускаемой продукции, ее номенклатурой и периодичностью выпуска. По этим критериям различают три типа производства: единичное, серийное и массовое.

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой выпускаемых изделий и малым объемом их выпуска. В условиях единичного производства в зависимости от размеров и точности собираемого изделия сборка может вестись как с расчленением, так и без расчленения сборочных работ. В первом случае сборщик специализируется по видам собираемых машин и сборочных единиц. Важным условием специализации является стандартизация, нормализация и унификация сборочных единиц, деталей, их конструктивных элементов, а также типизация технологических процессов сборки. Конструкции деталей и сборочных единиц должны быть аналогичны по геометрическим размерам, форме и технологическим характеристикам.

Как правило, рабочие места сборщиков в условиях единичного производства непосредственно не связаны между собой. Во мно-

гих случаях сборка отдельных сборочных единиц значительно опережает общую сборку машин. Основной формой организации труда в этих условиях является бригадная. При этом работы внутри бригады распределяются в соответствии с квалификацией ее членов.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями (сериями), и сравнительно большим объемом выпуска. Характерная особенность сборки в условиях серийного производства — расчленение сборочного процесса на узловую сборку (отдельных сборочных единиц, агрегатов, механизмов) и общую. При выпуске крупных серий применяют так называемую подвижную сборку. При этом специализированные рабочие места располагаются вдоль линии сборки, а собираемая машина перемещается сборочным конвейером с одной сборочной операции на другую. Расположение рабочих мест при подвижной сборке может быть различным.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени. В условиях массового производства процесс сборки характеризуется закреплением за каждым рабочим местом одной сборочной операции изделия одной модели. Для этого типа производства характерна наивысшая организационная форма — непрерывный поток. Ритмичный характер сборочного производства при поточной сборке требует такого же ритмичного обеспечения рабочих мест деталями и материалами, что достигается широким использованием механизированного транспорта главным образом конвейеров.

Существует два принципиально различных метода организации процесса сборки — без расчленения и с расчленением сборочных работ.

Сборка без расчленения сборочных работ производится от начала до конца одним рабочим, который должен иметь высокую квалификацию. Этот метод, отличающийся высокой трудоемкостью, применяют только в единичном и опытном производстве. На практике значительно чаще применяют метод сборки с расчленением сборочного процесса.

Сборка с расчленением сборочных работ может производиться достаточно большой численностью рабочих, при этом конечный результат работы зависит от каждого участника сборочного процесса. При такой организационной форме сборочных работ рабочие, как правило, объединяются в бригады. Члены бригады спе-

специализируются на выполнении определенных сборочных операций, что позволяет использовать на сборке аналогичных изделий рабочих более низкой квалификации. Такой метод, иначе называемый бригадным, является первым шагом в расчленении сборочного процесса.

Сборка изделия с расчленением сборочных работ состоит из сборки отдельных узлов и общей сборки. В результате такого расчленения время на сборку может быть значительно сокращено, так как сборка каждого отдельного механизма, узла и изделия в целом может производиться одновременно многими рабочими. Дальнейшее расчленение сборочного процесса может привести к тому, что каждый рабочий станет выполнять одну определенную операцию. При такой организации труда сборочный процесс будет завершен только в том случае, когда все рабочие, занятые на сборке данного изделия, выполнят свои операции. Это можно осуществить двумя способами: либо перемещением изделия с одного рабочего места на другое, либо перемещением рабочих относительно собираемого изделия. В обоих случаях важно, чтобы относительное перемещение рабочего и изделия было непрерывным. Такую организационную форму сборки принято называть потоком, или поточной сборкой.

Поточная сборка представляет собой подвижную сборку с расчленением сборочных операций, каждая из которых выполняется на определенном рабочем месте. Перемещение собираемого изделия может осуществляться несколькими способами: на непрерывно движущемся конвейере; на конвейере с периодическим движением; последовательной передачей с помощью механизированных устройств; передачей вручную.

При организации поточного метода сборки технологический процесс должен быть построен таким образом, чтобы операционное время каждой операции было близким или кратным такту сборки, что необходимо для синхронизации операций, т.е. для приведения операционного времени в соответствие с тактом сборки. Так, например, если операционное время сборки превышает время такта последней в два раза, то сборка должна быть организована на двух рабочих местах.

Поточная сборка в результате расчленения технологического процесса позволяет:

- повысить степень специализации рабочих;
- повысить производительность труда за счет механизации рабочих мест;

- сократить продолжительность сборочных работ;
- снизить себестоимость сборочных работ.

При организации подвижной поточной сборки требуется слаженная работа всех смежных и обслуживающих поточную сборку участков (снабжение заготовками, инструментами, техническое обслуживание оборудования).

Для обеспечения нормального и бесперебойного процесса сборки необходимо провести ряд организационно-технических мероприятий:

- организовать промежуточные магазины, обеспечивающие сборочные участки деталями в случае перебоя поступления последних из механических цехов;
- шире внедрять механизацию в сборочное производство в целях сокращения и замены ручного труда;
- применять приспособления при выполнении сборочных работ в целях повышения производительности труда и качества сборки.

1.5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СБОРКИ

Основная особенность контроля сборочных работ состоит в необходимости проверять не только окончательно собранное изделие или его отдельные сборочные единицы, но и все детали, поступающие на сборку. Помимо того, контролю подвергают все детали, проходящие предварительную, перед установкой в узел, слесарную обработку. Проведение такого контроля значительно увеличивает трудозатраты на сборку изделия, а также позволяет улучшить качество собираемых узлов и механизмов благодаря предупреждению установки в собираемый узел не соответствующих техническим условиям деталей.

Помимо входного контроля поступающих на сборку деталей в процессе работы производится контроль сопряжений в собираемых узлах (зубчатые, ременные, цепные передачи и т. п.), для чего используют специальные методы и технические средства контроля, описание которых приведено в гл. 5—7.

Полностью собранный узел подвергают испытаниям на холостом ходу и под нагрузкой. В процессе этих испытаний проверяют работу механизма и соответствие его характеристик паспортным данным.

Требования безопасности при выполнении слесарно-сборочных работ включают в себя следующие положения:

1. В связи с тем что ручной механизированный инструмент, применяемый при выполнении слесарных и слесарно-сборочных работ, сравнительно быстро изнашивается, необходимо постоянно следить за его состоянием, не допуская применения в работе изношенного или неисправного инструмента.

2. Прежде чем приступить к работе, необходимо самым тщательным образом проверить инструменты и приспособления, убедиться в их исправности и подготовить к работе. Не рекомендуется использовать инструменты, которые предварительно не проверены.

3. Как правило, слесарные и слесарно-сборочные работы производят на верстаках, которые рекомендуется оснащать специальной сеткой или защитным экраном для предупреждения возможных ранений находящихся поблизости людей отлетающими кусками обрабатываемого материала.

4. При использовании для очистки деталей растворов, содержащих агрессивные вещества, например каустическую или кальцинированную соду, фосфат натрия и т. п., необходимо пользоваться защитными очками и резиновыми перчатками для предохранения от ожогов.

5. В случае применения при слесарных и слесарно-сборочных работах электрифицированных инструментов следует иметь в виду, что они должны подключаться к сети напряжением, не превышающим 42 В, а токоведущие части инструмента должны быть заземлены и надежно защищены во избежание прикосновения к ним работающего. Электроинструмент должен иметь порядковый номер.

Перед выдачей инструмент должен быть проверен на отсутствие замыкания на корпус и исправность заземляющего провода. В случае обнаружения каких-либо неисправностей в инструменте его категорически запрещается применять при выполнении работ. Если неисправности выявились в процессе эксплуатации инструмента, его следует немедленно отключить от сети.

6. Пневматические инструменты должны быть в обязательном порядке снабжены глушителями шума и иметь защиту от вибрации.

7. По окончании работ весь инструмент должен быть убран, а рабочее место приведено в порядок.

8. При использовании различного оборудования для выполнения слесарных работ необходимо следить за тем, чтобы опасные зоны этого оборудования были ограждены, так как они могут явиться причиной травматизма.

9. При работе на металлорежущих станках причиной травматизма могут явиться стружка и отлетающие обломки материала; при слабом закреплении заготовки на станке последняя может быть вырвана, вследствие чего также возможна травма. Травматизм может иметь место и при случайном прикосновении к инструменту или заготовке при их вращении. В связи с этим необходимо обеспечить надежное закрепление заготовки на станке или в приспособлении. Стружку, образующуюся в процессе обработки, следует удалять только крючком или щеткой. Если при обработке применяется ручная подача, то необходимо следить за прикладываемым усилием, чтобы избежать возможной поломки инструмента.

1.7. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Причины пожара на предприятии носят разный характер. Рассмотрим причины технического характера, к которым относятся (в порядке убывания по частоте возникновения пожаров):

- нарушения технологического режима;
- неисправности электроустановок;
- самовозгорание промасленной ветоши и других материалов;
- неисправность оборудования;
- искры при выполнении электро- и газосварочных работ;
- ремонт оборудования на ходу.

В целях предупреждения пожаров необходимо выполнение ряда профилактических мероприятий:

- организационных:
 - правильная эксплуатация оборудования и внутрицехового транспорта;
 - противопожарный инструктаж работающих;

- технических, связанных с соблюдением противопожарных норм и правил при проектировании и монтаже:
 - производственных помещений;
 - электрической проводки;
 - технологического оборудования;
 - отопления, вентиляции и освещения;
- режимных:
 - запрещение курения в неустановленных местах;
 - ведение сварочных и других работ в пожароопасных помещениях;
- эксплуатационных:
 - профилактические осмотры и ремонты оборудования;
 - испытания технологического оборудования.

Все производственные помещения в соответствии с типовыми правилами пожарной безопасности промышленных предприятий подразделяются на несколько категорий:

- категория А — помещения, в которых применяют:
 - горючие газы с нижним пределом воспламенения при их концентрации в воздухе помещения до 10 %;
 - жидкости с температурой вспышки до 28 °С;
 - вещества, которые способны воспламеняться и гореть при соединении с водой, кислородом воздуха или друг с другом;
- категория Б — помещения, в которых:
 - используются газы с нижним пределом воспламенения при их концентрации в воздухе помещения свыше 10 % и жидкости с температурой вспышки 28...61 °С;
 - образуется пыль с нижним концентрационным пределом воспламенения до 65 г/м³;
- категория В — помещения, в которых:
 - применяются жидкости с нижним пределом вспышки свыше 61 °С;
 - образуется пыль с нижним концентрационным пределом воспламенения 65 г/м³ и более;
- категория Г — помещения, в которых используются горючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состояниях;

- категория Д — помещения, в которых обрабатывают горючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Основным условием обеспечения пожарной безопасности на промышленном предприятии является применение автоматических устройств (извещателей), позволяющих оповестить дежурный персонал о пожаре и месте его возникновения.

По принципу действия такие устройства могут быть максимальными и дифференциальными. Максимальные пожарные извещатели срабатывают при определенных, заранее заданных значениях контролируемого параметра (температурные, световые, дымовые).

Для организации противопожарных мероприятий на промышленных предприятиях проводят противопожарные инструктажи и занятия по пожарно-техническому минимуму с рабочими и служащими.

Противопожарный инструктаж осуществляется в два этапа:

- начальником пожарной охраны или начальником караула;
- мастером производственного участка.

На предприятиях могут создаваться пожарно-технические комиссии, в состав которых входят главный инженер, начальник пожарной охраны предприятия, главный энергетик, главный технолог, главный механик, инженер по охране труда и другие специалисты.

Пожарно-техническая комиссия должна обеспечить:

- выявление недостатков технологических режимов обработки, которые могут привести к возникновению пожаров, и разработку мероприятий по их устранению;
- содействие органам пожарного надзора в их работе по созданию строгого противопожарного режима;
- организацию разъяснительной работы среди персонала.

На предприятии также могут создаваться добровольные пожарные дружины, занимающиеся профилактикой и предупреждением пожаров в цехах и на производственных участках. На случай возникновения пожара добровольные дружины оснащаются первичными средствами пожаротушения, которые должны находиться в доступном месте в цехах и на производственных участках.

В распоряжении добровольных пожарных дружин должны находиться первичные средства пожаротушения, обеспечивающие:

- изоляцию очага возгорания от воздуха;
- интенсивное торможение скорости химической реакции в очаге возгорания;

- механический срыв пламени в результате воздействия на него сильной струи газа или воды;
- создание условий, предупреждающих распространение огня.

Наиболее широкое распространение при тушении очага возгорания получили пенные и углекислотные огнетушители, ящики с песком и асбестовое полотно.

Применение воды в процессе пожаротушения, несмотря на ее многоплановое воздействие на очаг возгорания (снижение температуры, изоляция от окружающего воздуха, срыв пламени), ограничено, так как при тушении жидкостей последние всплывают на поверхность воды и продолжают гореть. При тушении электрооборудования также нельзя применять воду, так как она содержит различные примеси, обуславливающие ее проводимость. Необходимо пользоваться углекислотными или пенными огнетушителями.

1.8. РЕЖИМЫ ТРУДА И ОТДЫХА

Режимы труда и отдыха работников промышленных предприятий устанавливаются администрацией предприятия по согласованию с профсоюзами исходя из степени опасности и вредности производственных факторов, воздействующих на работника в процессе производственной деятельности.

К опасным и вредным производственным факторам, оказывающим отрицательное воздействие на организм и обуславливающим необходимость регламентирования режимов труда и отдыха, относятся вибрации, повышенные шумы (свыше 85 дБ), ультразвуковые излучения, электрические поля повышенной напряженности, а также инфракрасное излучение.

При использовании машин, механизмов и инструментов, создающих **вибрацию**, суммарное время работы с ними не должно превышать 2/3 рабочей смены. Продолжительность одноразового непрерывного воздействия вибрации не должно превышать 20 мин (работу с источниками вибрации следует чередовать с другими видами работ).

При использовании ручного механизированного инструмента, создающего вибрацию (например, рубильного молотка), масса инструмента не должна превышать 10 кг, а рабочее усилие, прикладываемое к инструменту, — 196 Н.

При работе с виброинструментами и оборудованием должны быть предусмотрены регламентируемые перерывы. Перерыв продолжительностью 20 мин устанавливается через 1,5 ч после начала смены (во время этого перерыва необходимо предусмотреть помимо отдыха проведение специальной производственной гимнастики). Второй перерыв продолжительностью 30 мин устанавливается через 2 ч после обеденного перерыва (во время этого перерыва должно быть предусмотрено проведение физиотерапевтических процедур).

При использовании в производственном процессе **ультразвукового оборудования** необходимо следить за уровнем звукового давления на рабочих местах, которое не должно превышать 110 дБ в зонах контакта работника с рабочими органами оборудования. Величина допускаемого ультразвукового давления может быть увеличена:

- на 6 дБ, если суммарная продолжительность воздействия ультразвука не превышает 4 ч;
- на 12 дБ при продолжительности воздействия до 1 ч;
- на 18 дБ при продолжительности воздействия до 15 мин;
- на 24 дБ, если продолжительность воздействия ультразвука не превышает 5 мин.

При выполнении работ в зонах **электрических полей** время пребывания работника в зоне зависит от напряженности электрического поля:

- при напряженности до 5 кВ/м время пребывания не ограничено;
- при напряженности более 20 кВ/м время пребывания не должно превышать 10 мин.

Если напряженность электрического поля находится в диапазоне 5...20 кВ/м, то время нахождения в зоне электрического поля определяется по формуле

$$T = 50/E - 2,$$

где E — напряженность электрического поля, кВ/м.

1.9. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

Первая доврачебная помощь при несчастном случае на производстве оказывается разными методами, выбор которых зависит от характера нанесенной травмы: ушибы, переломы, термические

ожоги, тепловой удар, обморожение, отравление, поражение электрическим током.

При ушибах следует прежде всего обеспечить иммобилизацию (покой, неподвижное состояние) ушибленной части тела. Затем следует охладить ушибленную часть тела, приложив лед или ткань, смоченную холодной водой. Ни в коем случае не следует смазывать ушибленное место йодом, растирать его или делать массаж. В случае подозрения на ушиб внутренних органов необходимо снять с пострадавшего стесняющую одежду и уложить его на ровное место, не предпринимая никаких других действий до прибытия «скорой помощи» или медицинских работников предприятия.

При переломах необходимо обеспечить иммобилизацию кости в месте перелома, наложив шину из специальных или, в случае их отсутствия, подручных материалов (доски, планки, фанера, палки), зафиксировав положение суставов конечностей, прилегающих к месту перелома. При подозрении на перелом позвоночника пострадавшего необходимо уложить на жесткую плоскую опору, в качестве которой могут быть использованы дверь, крышка стола, толстый фанерный лист. Перемещение такого пострадавшего категорически запрещено. Вопрос о его транспортировании в лечебное учреждение может быть решен только медицинским работником.

При ожогах оказание первой помощи зависит от характера ожога (термический или химический) и степени поражения пострадавшего.

При термических ожогах, в тех случаях когда на пораженной поверхности отсутствуют пузыри (ожог I степени), пораженное место промывают струей холодной воды и обрабатывают слабым раствором перманганата калия (розового цвета), спиртом или одеколоном и накладывают сухую стерильную повязку. При наличии пузырей на пораженных участках тела (ожог II степени) поступают аналогичным образом, но обожженные участки обрабатывают только вокруг пузырей, не допуская их разрыва. В тех случаях когда имеют место тяжелые ожоги, сопровождающиеся обугливанием тканей тела пострадавшего, места ожогов необходимо закрыть стерильной повязкой, а если площадь ожогов достаточно велика, накрыть пораженные участки тела простыней или одеялом.

Если ожог произошел через одежду или обувь, их необходимо быстро и аккуратно снять, предварительно разрезав. При снятии одежды и обуви необходимо осторожно отделять ее от кожи.

В случае воспламенения одежды прежде всего необходимо погасить пламя, применяя любые подручные средства: одеяло, пальто и т.д. Пострадавшего ни в коем случае нельзя накрывать с головой

во избежание ожога дыхательных путей и возможного отравления продуктами горения. После чего следует снять с пострадавшего тлеющую одежду, предварительно разрезав ее, стараясь при этом не повредить травмированные участки тела. Если одежда содержит синтетические ткани, то при горении они оплавляются и прилипают к телу. Категорически запрещается счищать с поверхности тела пострадавшего прикипевший полимерный материал.

При ожогах глаз необходимо сделать холодную примочку раствором борной кислоты (1/2 чайной ложки на стакан воды) и немедленно направить пострадавшего к врачу.

При ожогах, полученных в результате воздействия электрической дуги, делают примочки 2%-ным раствором борной кислоты.

При химических ожогах, вызванных воздействием растворов кислот и щелочей, первая доврачебная помощь оказывается разными способами.

При поражении кожного покрова растворами серной, азотной или соляной кислот обожженное место следует промыть проточной водой и обработать 10%-ным раствором пищевой соды (1 чайная ложка на стакан воды).

При поражении кислотой в виде жидкости, паров или газа глаз или слизистой оболочки полости рта их необходимо промыть большим количеством проточной воды, а затем обработать раствором пищевой соды (1/2 чайной ложки на стакан воды).

При попадании кислотного электролита на кожу пораженное место промывают сильной струей воды и обрабатывают раствором пищевой соды (1 чайная ложка на стакан воды).

При поражении щелочами (каустическая сода, негашеная известь) место ожога промывают сначала проточной водой, а затем раствором борной кислоты (1 чайная ложка на стакан воды), после чего накладывают марлевую повязку, пропитанную 5%-ным раствором уксусной или борной кислоты. В случае попадания брызг щелочи в глаза или на слизистую оболочку полости рта пораженные места промывают большим количеством проточной воды, а затем раствором борной кислоты (1/2 чайной ложки на стакан воды).

При поражении глаз и слизистой оболочки рта щелочным электролитом пораженные места промывают сильной струей воды и обрабатывают раствором борной кислоты (1/2 чайной ложки на стакан воды).

В случае попадания в глаза твердых частиц химических веществ необходимо сначала удалить эти частицы, используя влажный тампон, и только потом промывать глаза, так как при промывании твердые частицы могут травмировать слизистую оболочку глаза.

При тепловом ударе необходимо, прежде всего, вывести пострадавшего на свежий воздух в прохладное место и расстегнуть одежду, после этого сделать компресс холодной водой, смочив голову и грудную клетку, и напоить холодной подсоленной водой. В случае нарушения дыхания дать понюхать испарения нашатырного спирта. Если принятые меры не оказали положительного воздействия, то следует произвести искусственное дыхание по методу «изо рта в рот». Искусственное дыхание делают до тех пор, пока не восстановится естественное дыхание или не прибудет «скорая помощь».

При обморожении пострадавшего помещают в теплое место и отпаивают теплым чаем или горячей водой. Обмороженные части тела обмывают горячей водой с мылом (при возможности следует использовать спирт или одеколон). Если в результате обморожения появились пузыри, необходимо наложить на пораженные места сухую согревающую повязку.

При отравлениях в зависимости от отравляющего вещества (газ, промышленные яды) меры оказания первой помощи также различаются.

При отравлении газами пострадавшего необходимо вынести на свежий воздух или в другое помещение, в котором должны быть открыты форточки, окна, двери для обеспечения доступа свежего воздуха. После эвакуации следует дать пострадавшему понюхать испарения нашатырного спирта. В тех случаях когда при отравлении произошла остановка дыхания или потеря сознания, проводится искусственное дыхание по методу «изо рта в рот», которое осуществляется до момента прибытия «скорой помощи» или восстановления дыхания. При восстановлении дыхания пострадавшего следует растереть (легкий массаж) и накрыть чем-либо теплым (одеяло, пальто и т. п.).

При отравлении промышленными ядами (например, антифризом) следует произвести промывание желудка, дав пострадавшему выпить 2—3 стакана воды с последующим искусственным вызовом рвоты.

При отравлении щелочами желудок промывают подкисленной водой, добавляя в обычную питьевую воду 1 г лимонной кислоты на 100 мл воды или 1 столовую ложку 6%-ной уксусной кислоты (столового уксуса) на 400 мл воды.

При отравлении свинцом или его соединениями производят срочное промывание желудка 1%-ным раствором глауберовой соли.

При поражении электрическим током необходимо немедленно освободить пострадавшего от воздействия тока, отключив установку от электрической сети. В тех случаях когда пострадавший

находится на высоте, необходимо принять меры, предупреждающие его падение.

Если установка не может быть быстро отключена от сети, необходимо принять меры по освобождению пострадавшего от воздействия электрического тока, не прикасаясь к нему, так как это опасно для жизни.

Для освобождения пострадавшего от контакта с токоведущими частями напряжением до 1 000 В следует воспользоваться канатом, палкой или каким-либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Можно также освободить пострадавшего, оттянув его от токоведущих частей за одежду, но при этом необходимо убедиться, что одежда сухая. При эвакуации следует следить за тем, чтобы не было контакта с окружающими предметами и частями тела пострадавшего. При оказании помощи пострадавшему необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками или подручными средствами, например шарфом, рукавом пиджака и т.п. Обезопасить себя от поражения электрическим током при эвакуации пострадавшего можно, используя резиновый коврик, сухую доску или какую-либо другую, не проводящую ток подстилку.

Пострадавшего эвакуируют одной рукой, держа другую за спиной или в кармане, чтобы исключить возможность замыкания электрической цепи между пострадавшим и оказывающим ему первую помощь.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких случаях и почему поступающие на сборку детали подвергают дополнительной обработке методами пригонки?
2. В чем заключается и как осуществляется очистка поступающих на сборку деталей?
3. Что следует понимать под технологичностью конструкции?
4. Какую технологическую документацию используют в сборочном производстве?
5. Какие типы производства вы знаете?
6. Какая технологическая и техническая документация используется в процессе сборки?
7. Чем отличается сборка с расчленением сборочного процесса от сборки без его расчленения?
8. Каково достоинство сборки бригадным методом?
9. Чем характеризуется метод поточной сборки и в каких случаях его применяют?
10. В какой последовательности производится разработка технологического процесса?

НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА

2.1. ПАЯНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА

Паяние (пайка) — процесс соединения двух или более металлических частей в единое целое при помощи расплавленного металла или сплава — припоя. Припой имеет более низкую температуру плавления по сравнению с температурой плавления металла соединяемых частей. Этим методом получают неразъемные соединения как из однородных, так и из неоднородных металлов. Соединение происходит без расплавления кромок соединяемых деталей. Процесс пайки состоит из прогрева соединяемых частей до температуры плавления припоя, его расплавления, растекания припоя и заполнения зазора (шва) между соединяемыми частями под воздействием капиллярных сил с последующим диффузированием (проникновением) в материал соединяемых частей и кристаллизацией паяного шва.

Поверхности соединяемых частей перед пайкой должны быть тщательно зачищены и обезжирены. Очистку соединяемых поверхностей производят при помощи карцовочных щеток, напильников или шаберов, а их обезжиривание — различными растворителями (бензин, ацетон, уайт-спирит и т. п.). Перед пайкой поверхности соединяемых частей следует подвергнуть травлению, например соляной кислотой, в целях удаления оксидной пленки. В процессе пайки взаимное положение соединяемых частей относительно друг друга следует зафиксировать. Для этого используют струбцины или обвязку мягкой (отожженной) стальной проволокой.

Иногда в процессе пайки может наблюдаться следующее явление: припой превращается в шарик, вместо того чтобы растекаться по всему месту пайки и заполнять стык между соединяемыми частями изделия. Это явление обуславливается различными причинами, чаще всего силами поверхностного натяжения. Иногда причиной недостаточного смачивания является большое различие

между структурами припоя и основного металла, а также наличие оксидных пленок и загрязнения на поверхности припоя или соединяемых пайкой частей изделия.

Поверхность металлических деталей всегда имеет микронеровности, невидимые невооруженным глазом, которые образованы следами предшествующей обработки.

Припой в расплавленном состоянии должен заполнять все эти микронеровности.

Для предупреждения образования оксидной пленки в процессе нагрева применяют специальные вещества — флюсы, которые также обеспечивают повышение смачиваемости припоем поверхностей соединяемых частей изделия, а следовательно, и лучшее заполнение шва расплавленным припоем.

Для выполнения этих задач флюсы должны удовлетворять следующим требованиям:

- рабочая температура припоя и температура действия флюса должны быть согласованы между собой. Температура, при которой флюс растворяет оксиды, должна быть несколько ниже рабочей температуры припоя;
- скорость растворения оксидов должна быть выше, чем скорость пайки;
- пайка должна производиться достаточно быстро, чтобы помешать появлению новых оксидов;
- флюсы должны иметь низкую вязкость и умеренное поверхностное натяжение;
- флюсы должны полностью отшлаковывать загрязнения и отводить их из зоны пайки, так как в противном случае вязкий слой шлака будет снижать активность припоя и препятствовать активному действию флюсующих веществ на поверхность металла.

В зависимости от назначения выполняемого соединения различают два типа припоев: мягкие (с температурой плавления 80... 300 °С) и твердые (с температурой плавления 700... 1 000 °С) на основе медно-цинковых и серебряных сплавов.

Паяние мягкими припоями. Мягкие припои, применяемые при паянии, представляют собой сплав легкоплавких металлов на основе олова и свинца. Оловянно-свинцовые припои обозначают буквами ПОС (припой оловянно-свинцовый) и цифрами, показывающими содержание олова в припое в процентах. Процентное содержание олова в припое определяет область его применения [8, с. 137, 140].

Мягкие припой изготавливают в виде прутков, проволоки или трубки, заполненной флюсом, масса которого составляет приблизительно 5 % массы припоя.

Прежде чем приступить к паянию необходимо тщательно подготовить поверхности соединяемых частей заготовки под паяние. Подготовка поверхности осуществляется очисткой поверхности от грязи и коррозии шабером, надфилем или напильником до металлического блеска. Абразивная шкурка для очистки поверхности не применяется, так как содержащийся в ней клей сильно загрязняет поверхность пайки. При паянии заготовок из листовой стали место спая протравливают 20%-ным раствором соляной кислоты. Соединяемые поверхности плотно пригоняют друг к другу, используя такие операции слесарной обработки, как гибка, правка и опилование. Некоторые варианты паяных швов, подготовленных к паянию, показаны на рис. 2.1. При помощи кисточки на место спая наносят тонкий слой жидкого флюса. При использовании твердого флюса поверхность паяния предварительно прогревают паяльником.

Флюсы, применяемые при паянии мягкими припоями, обладают способностью очищать место спая от оксидов, предотвращают образование оксидов в процессе пайки и снижают поверхностное натяжение припоя, обеспечивая его лучшую текучесть и более качественное заполнение зазора между соединяемыми пайкой частями заготовки. В качестве флюсов при пайке мягкими припоями используют хлорид цинка, нашатырный спирт, канифоль, стеарин, паяльную пасту, а в ряде случаев раствор соляной кислоты. Состав флюса выбирается в зависимости от материала соединяемых частей заготовки [8, с.140].

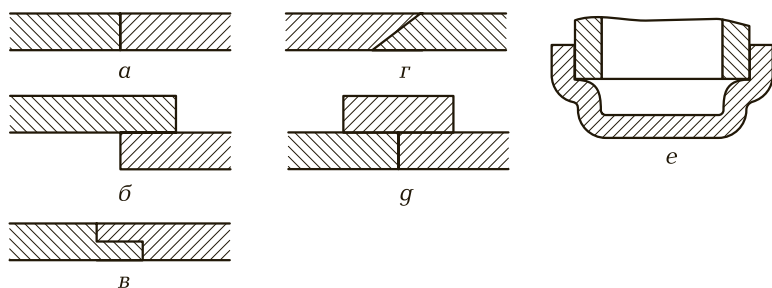


Рис. 2.1. Виды швов:

a — прямой; *б* — внакладку; *в* — ступенчатый встык; *г* — прямой встык; *д* — встык с накладками; *е* — врасструб

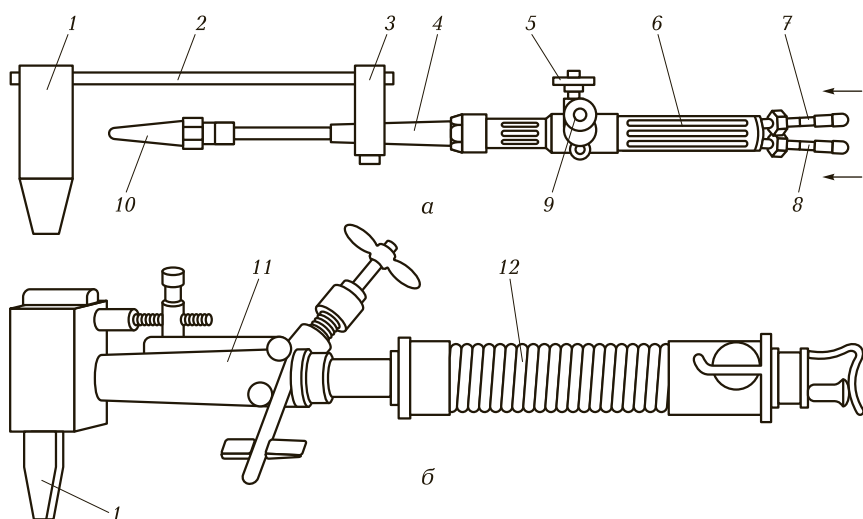


Рис. 2.2. Паяльник непрерывного нагрева:

а — газовый; *б* — бензиновый; 1 — рабочая часть; 2 — стержень; 3 — хомутик; 4 — горелка; 5, 9 — краны; 6 — рукоятка; 7, 8 — штуцеры; 10 — сопло; 11 — бензиновая горелка; 12 — рукоятка-резервуар

Соединяемые части заготовки должны располагаться таким образом, чтобы шов находился сверху. Как только место, к которому прикасается паяльник, прогревается и припой начинает плавиться и растекаться, паяльник без отрыва от шва перемещают, давая возможность припою заполнить зазор в шве между соединяемыми частями заготовки. Припой следует наносить тонким равномерным слоем без припусков. После окончания пайки выступающие над швом приливы удаляют напильником, а поверхность зачищают наждачной шкуркой.

В зависимости от требований, предъявляемых к соединяемым паянием мягкими припоями частям заготовки, паяные швы подразделяются на три группы:

- прочные — необязательно герметичные, но обязательно обладающие определенной механической прочностью;
- плотные — сплошные швы, имеющие гарантированную герметичность, не допускающую протекания различных веществ;
- плотнопрочные — обладающие и прочностью, и герметичностью.

Инструменты для паяния мягкими припоями. Основным инструментом для выполнения паяных швов является паяльник. В зависимости от способа нагрева рабочей части паяльника различают паяльники периодического нагрева, паяльники постоянного нагрева с использованием газовых или бензиновых нагревательных устройств и электрические паяльники, у которых рабочая часть нагревается электрическим током.

Паяльники периодического нагрева бывают двух типов: прямые и угловые (молотковые). Разогрев паяльника осуществляется при помощи паяльной лампы или в кузнечном горне. Перед нагревом носок паяльника зачищается, а после нагрева очищается от оксидов, на него наносится флюс (жидкий или твердый) и облуживается.

Паяльники непрерывного нагрева (газовые или бензиновые) (рис. 2.2) обеспечивают постоянный нагрев рабочей части паяльника соответственно газовой или бензиновой горелкой.

Электрические паяльники (рис. 2.3) получили наиболее широкое распространение благодаря высокой надежности и простоте действия. Они выпускаются двух типов: прямые и угловые. Очищение носка таких паяльников от оксидов осуществляется соответствующим применяемому припою флюсом.

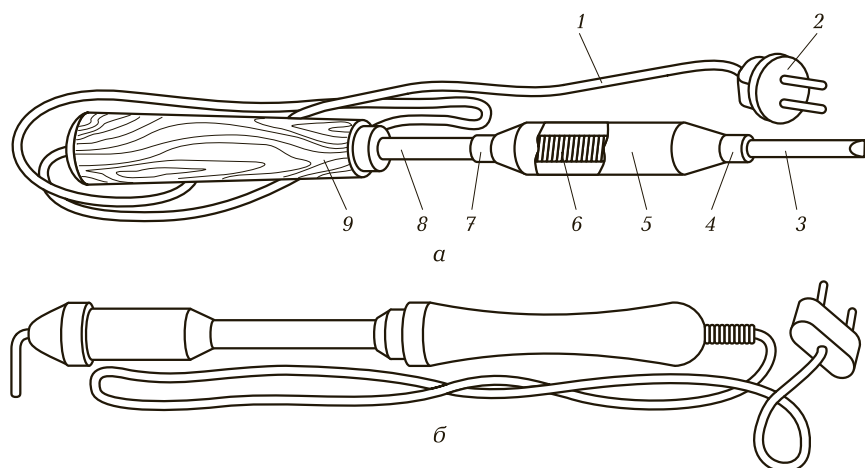


Рис. 2.3. Электрический паяльник:

а — прямой: 1 — электрический шнур; 2 — электрическая вилка; 3 — рабочая часть; 4, 7 — хомутики; 5 — кожух; 6 — нагревательный элемент; 8 — стержень; 9 — рукоятка; *б* — угловой

Правила выполнения работ при пайке мягкими припоями электрическим паяльником. При пайке мягкими припоями электрическим паяльником необходимо соблюдать следующие правила:

1. Перед процессом паяния необходимо проверить исправность паяльника, а также электропровода и электрической вилки.
2. Следует обеспечить плотное прилегание друг к другу соединяемых пайкой частей заготовки.
3. Необходимо протравливать очищенное место спая раствором соляной кислоты и покрывать слоем флюса.
4. Паяние следует выполнять только хорошо прогретым и залуженным паяльником.
5. Запрещается перегревать паяльник. При перегреве и сгорании полуды на рабочей части паяльника необходимо зачистить его носок и вновь облудить на прутке припоя.
6. При паянии длинного шва следует использовать прутковый припой, подводя его к месту паяния и перемещая вместе с паяльником.
7. Проверку качества паяния следует осуществлять:
 - внешним осмотром, не допуская непропаянных мест, «корявого» шва, наплывов припоя на шве;
 - на герметичность (пропаянные сосуды);
 - перегибом (спаянные заготовки на механическую прочность).

Паяние твердыми припоями. Паяние твердыми припоями обеспечивает более прочное соединение спаиваемых частей заготовки. Высокая пластичность и ковкость припоя, глубоко проникающего в основной металл, позволяет выдерживать значительные механические напряжения в спаиваемых местах при последующей обработке полученных заготовок как методами резания, так и методами пластического деформирования (прокат, гибка, ковка и т. п.).

Подготовка места спая к паянию. Вследствие того, что припой и материал заготовки имеют значительно меньшую разность температур плавления, этот способ паяния требует выполнения подготовительных операций в большем объеме, чем при паянии мягкими припоями.

Очистка поверхности. Все, что было сказано об очистке поверхностей при подготовке к пайке мягкими припоями, справедливо и по отношению к подготовке поверхностей к пайке твердыми припоями. Необходимо обеспечить абсолютную чистоту того места, где будет производиться паяние. Весьма отрицательное

влияние на успешность паяния оказывают не только оксидные пленки, но и жировые и масляные загрязнения на поверхности заготовки, поэтому они должны тщательно удаляться.

Пригонка. Все соединяемые паянием части заготовки, в которых возможны остаточные напряжения в результате предшествующей обработки, должны быть отожжены, так как в противном случае может возникнуть перекос соединяемых паянием частей заготовки, что может привести к неполному заполнению места спая припоем. Все спаиваемые пустотелые детали должны иметь отверстия для выхода воздуха, так как при нагреве может произойти вспучивание или разрыв поверхности соединяемых частей изделия. При паянии твердым припоем должен быть выдержан определенный зазор между соединяемыми частями заготовки для его заполнения расплавленным припоем. Величина этого зазора не должна превышать 0,2 мм.

Фиксация заготовок. Если при паянии мягкими припоями, как правило, обходятся без стационарной фиксации взаимного положения соединяемых заготовок и вполне достаточно их удерживания пинцетом или другими ручными фиксаторами, то при паянии твердыми припоями, когда процесс нагрева требует достаточно большого временного интервала, заготовки следует надежно крепить во взаимном расположении друг к другу. Такое крепление целесообразно осуществлять приспособлениями, оснащенными фиксирующими устройствами и слабоотводящими теплоту от соединяемых заготовок в процессе нагрева. К материалам, наиболее часто используемым в таких устройствах при паянии твердыми припоями, относятся уголь и асбест.

Одним из способов фиксации соединяемых заготовок является обвязывание проволокой. Для обвязывания заготовок пользуются стальной отожженной проволокой диаметром 0,2...0,5 мм. При использовании обвязочной проволоки следует учитывать следующие ее недостатки:

- стальная проволока при нагревании расширяется значительно меньше, чем фиксируемые ею заготовки;
- при нагревании железная окалина может восстановиться, что приведет к диффузии железа в металл соединяемых заготовок (при паянии цветных металлов и сплавов), поэтому изменятся физико-механические свойства соединяемых заготовок. Помимо того, возможно приваривание обмоточной проволоки к поверхности соединяемых заготовок;

- при местном нагреве проволока подвергается пережогу и может полностью перегореть, тогда фиксирующее действие проволоки преждевременно прекращается. Обвязывание заготовок проволокой, как правило, требует больших затрат времени, поэтому во всех возможных случаях связывание заготовок проволокой целесообразно заменять закреплением заготовок зажимами.

Нанесение флюса и припоя. При пайке твердыми припоями флюсы выполняют ту же функцию, что и при пайке мягкими припоями. Выбор флюса зависит от материала соединяемых заготовок [8, с. 141].

К твердым припоям относятся медно-цинковые (ПМЦ) и серебряные (ПСр). В обозначении марок припоев цифры показывают процентное содержание меди или серебра. Твердый припой выбирают в зависимости от материала соединяемых заготовок [8, с.138, 139].

Инструменты для нагрева места спая. Нагрев заготовок при паянии твердыми припоями осуществляется газовыми и бензиновыми горелками, в муфельных печах, соляных ваннах, токами высокой частоты, а также в электрических контактных машинах. Для создания газового и бензинового пламени используют специальные устройства — горелки. Применение бензиновых и керосиновых паяльных ламп при паянии твердыми припоями нецелесообразно в связи с тем, что они не обеспечивают равномерного нагрева припоя и заготовки.

Основные правила паяния твердыми припоями. При паянии твердыми припоями необходимо соблюдать следующие правила:

1. Перед процессом паяния необходимо проверить работоспособность и исправность источника нагрева места спая.

2. Следует проверить качество очистки места спая, плотность пригонки спаиваемых поверхностей, а также прочность крепления к месту пластин припоя.

3. Необходимо протравливать место пайки раствором соляной кислоты.

4. Следует соблюдать рациональную технологию паяния:

- припой или место спая с прикрепленной пластиной припоя нужно нагреть в пламени горелки или в муфельной печи до температуры, близкой к температуре плавления припоя;
- припой следует расположить в месте спая, обильно посыпать или смазать его флюсом и продолжать разогрев

места сая до полного расплавления припоя и заполнения им швов паяного соединения.

5. Качество паяния следует проверить:

- визуально — на отсутствие непропаянных мест;
- на прочность — легким простукиванием спаянных мест о твердый предмет — на отсутствие трещин.

Правила безопасности труда при паянии. При паянии необходимо выполнять следующие правила безопасности:

1. Запрещается пользоваться неисправными инструментами и приспособлениями.
2. Запрещается прикасаться к неисправным инструментам и нагретым частям инструмента для паяния.
3. Нельзя наклоняться близко к месту паяния.
4. Работу следует выполнять под вытяжным колпаком.
5. Для удерживания спаиваемого изделия необходимо использовать плоскогубцы или кузнечные клещи.
6. При пайке тугоплавкими припоями нужно работать в рукавицах и очках.
7. Следует тщательно мыть руки с мылом после окончания работ.

Специальные методы паяния. Паяние соединения при помощи паяльника до настоящего времени остается наиболее распространенным способом пайки при выполнении монтажных соединений, однако производительность этого способа невелика. Более производительной является низкотемпературная пайка погружением в расплавленный припой. Паяние таким способом выполняется на специальных установках, на которых смонтированы ванны с флюсом и расплавленным низкотемпературным (мягким) припоем. Заготовки предварительно очищают и обезжиривают, далее погружают сначала в ванну с флюсом, а затем с расплавленным припоем, после чего вынимают и охлаждают на воздухе до комнатной температуры.

Заданную температуру припоя контролируют и поддерживают при помощи специального устройства с термопарой, помещенного в ванну.

Кроме описанного метода паяния для улучшения качества паяных соединений применяют пайку в защитных газах, вакууме и активной газовой среде. Основная особенность этих методов паяния состоит в том, что они выполняются без применения флюсов, так как среда, окружающая заготовки в процессе паяния, препятствует образованию оксидных пленок.

2.2. ЛУЖЕНИЕ

Лужение — процесс покрытия поверхностей заготовок тонким слоем расплавленного олова или оловянно-свинцовыми сплавами (припоями). Лужение осуществляется для защиты деталей от коррозии и окисления, подготовки поверхностей заготовок и инструмента к паянию мягкими припоями, а также перед заливкой вкладышей подшипников скольжения баббитом. Перед лужением поверхность заготовки тщательно очищается и обезжиривается. Очистка поверхностей от грязи и коррозии осуществляется как механическим (при помощи карцовочных щеток или напильников), так и химическим способом в 25%-ном растворе соляной кислоты в целях обезжиривания поверхностей заготовки и удаления с них оксидных пленок. После механической очистки заготовки промываются в кипящем 10%-ном растворе каустической соды, а затем в воде.

Прежде чем приступить непосредственно к лужению, поверхность заготовки покрывается флюсом. В качестве флюса используют хлорид цинка, раствор которого наносится на заготовку при помощи кисти, куска войлока или пакли. Затем поверхность, подлежащая лужению, посыпается порошком нашатырного спирта и нагревается до температуры плавления олова или другого сплава, который наносят на поверхность в виде порошка или мелких кусочков. После того как припой или олово, соприкоснувшись с нагретой поверхностью заготовки, начинает плавиться, его растирают паклей или холщовой тряпкой, предварительно пересыпанной порошком нашатырного спирта. Наносимый сплав должен равномерно распределиться по поверхности обрабатываемой заготовки. Такой способ покрытия поверхности заготовки называется лужением растиранием. Обрабатываемую поверхность можно покрывать оловом или припоем и другим способом — погружением. В этом случае очищенную и протравленную заготовку погружают примерно на одну минуту в ванну с раствором хлорида цинка, а затем в ванну с расплавленным припоем или оловом, в которой заготовку выдерживают в течение 2...3 мин, после чего извлекают из ванны, встряхивают и проверяют визуально на равномерность распределения покрытия и на отсутствие вздутий.

Нагревание заготовок осуществляется, как правило, паяльной лампой.

Правила безопасности при лужении. При лужении необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

1. Все работы, связанные с процессом лужения, должны выполняться в брезентовых рукавицах.
2. Все работы при лужении необходимо производить под вытяжным колпаком или при наличии в помещении хорошей вытяжной вентиляции.
3. При подготовке раствора соляной кислоты во избежание разбрызгивания следует всегда вливать кислоту в воду, а не наоборот.
4. При работе с паяльной лампой запрещается:
 - разжигать паяльную лампу без защитного кирпичного экрана;
 - чрезмерно накачивать воздух в резервуар лампы;
 - запрещается гасить лампу до закрытия регулирующего вентиля. Выпускать воздух из резервуара необходимо только после того, как лампа погашена, а горелка остыла.
5. Следует тщательно мыть руки с мылом после окончания работы.

2.3. СКЛЕИВАНИЕ

Склеивание — современный метод получения неразъемных соединений заготовок с помощью введения между сопрягаемыми поверхностями слоя специального вещества (клея), которое способно непосредственно скреплять эти заготовки. Важным достоинством склеивания является возможность получения соединения из неоднородных материалов.

При склеивании можно избежать появления внутренних напряжений и деформаций соединяемых заготовок. Недостатками клеевых соединений являются низкая термостойкость (менее 100 °С), склонность к ползучести (смещение одной части склеенной заготовки относительно другой) при длительном воздействии сдвигающих усилий, а также длительная выдержка для полимеризации клея в соединении. Склеивание применяется для соединения металлических и неметаллических заготовок (в том числе труб), заделки трещин и раковин в деталях, восстановления неподвижных посадок и для целого ряда других работ, связанных с созданием неподвижных неразъемных соединений [8].

Технологический процесс склеивания для всех видов соединяемых материалов и всех видов клеев состоит, как правило, из следующих этапов:

- подготовка поверхности к склеиванию;
- подготовка клея;
- нанесение клея на склеиваемые поверхности;
- выдержка нанесенного слоя клея;
- сборка соединяемых (склеиваемых) заготовок;
- выдержка соединения при определенной температуре и давлении;
- очистка шва от подтеков клея;
- контроль качества клеевых соединений.

Подготовка поверхности к склеиванию сводится к механической подгонке, приданию необходимой шероховатости склеиваемым поверхностям, очистке от грязи и масла и тщательному обезжириванию. Выбор инструмента для механической подгонки и придания необходимой шероховатости зависит от типа клеевого соединения. Для механической подгонки, придания заданной шероховатости и механической очистки используют напильники, наждаки и наждачную бумагу, а также методы станочной обработки (точение, шлифование, фрезерование и т. п.).

Наносимый на поверхности слой клея должен быть равномерным, без пузырьков воздуха. Клеи в зависимости от назначения могут быть жидкими, пастообразными или в виде клеящей пленки, которая не требует специального регулирования толщины клеящего слоя. Вручную клей наносят кистью или шпателем, жидкие клеи можно наносить пульверизатором. Во время выдержки после нанесения клея происходит испарение из клея влаги и летучих веществ, в результате чего клей приобретает нужную вязкость и уменьшается усадка клеевого шва.

Совмещение склеиваемых заготовок, исключающее их самопроизвольное смещение, осуществляется при помощи струбцин и других зажимных приспособлений.

Процесс склеивания и полимеризации должен происходить при определенных условиях: давление — 0,3... 1 МПа, температура — 5... 30 °С, время выдержки — от 20 мин до 74 ч. Для создания необходимых условий используются механические, гидравлические и пневматические прессы и специальные установки с электрическим или газовым подогревом. Возможно применение для нагрева соединяемых заготовок открытого пламени газовых или бензиновых горелок.

Контроль клеевого соединения осуществляется визуально, а также путем испытаний соединения на герметичность и проч-

ность. Соединение считается выполненным удовлетворительно, если при контроле на прочность разрушение происходит не по клеевому шву, а по основному материалу.

2.4. КЛЕПКА

Клепка — получение неразъемных соединений при помощи заклепок. Применяется клепка при изготовлении металлических конструкций (фермы, балки, различного рода емкости и рамные конструкции). Заклепка представляет собой металлический стержень из пластичного металла, на одном конце которого выполнена головка, называемая закладной. В процессе выполнения операции на второй стороне стержня, устанавливаемого в отверстия соединяемых заготовок, образуется вторая головка заклепки, которую называют замыкающей. Необходимость применения пластичного металла для изготовления заклепок связана с тем, что головки заклепок образуются в результате пластического деформирования стержня. При выполнении заклепочного соединения заклепки следует выбирать из того же материала, из которого выполнены детали, подлежащие соединению. Это предупреждает появление гальванических пар, приводящих к коррозии в месте соприкосновения заклепки и детали. Процесс клепки состоит из двух этапов: подготовительного и собственно клепки. Подготовительный этап включает в себя сверление или пробивку отверстия под заклепку и формирование углубления в отверстии при помощи зенкования под закладную и замыкающую головки, если это необходимо. Собственно клепка включает в себя установку заклепки в подготовленное отверстие, натяжку склепываемых заготовок, формирование замыкающей головки и зачистку после клепки. В зависимости от характера заклепочного соединения клепка выполняется холодным (без нагрева) и горячим (с предварительным нагревом заклепки до температуры 1 000... 1 100 °С) способами. На практике горячая клепка применяется в тех случаях, когда используются стальные заклепки диаметром более 12 мм.

Типы заклепок и заклепочных швов. Наиболее часто при монтажных работах применяют заклепки с полукруглой и потайной головкой. В связи с тем что заклепки с потайной головкой недостаточно прочно соединяют детали в месте клепки, их применяют ограниченно. Такие заклепки используются только в тех случаях, когда головки заклепок по условиям эксплуатации конструкции не должны выступать над поверхностью соединяемых деталей. В за-

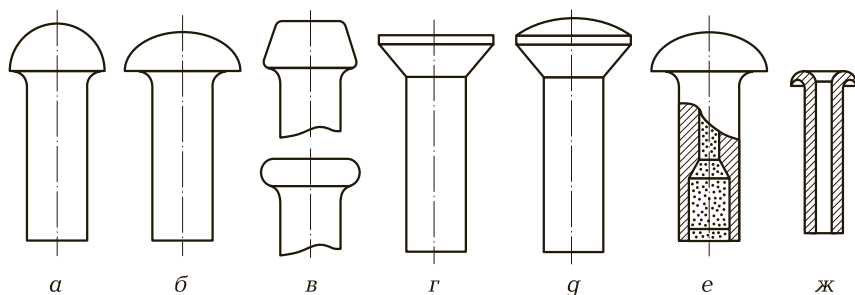


Рис. 2.4. Типы заклепок:

а, б — с полукруглой головкой; *в* — с цилиндрической головкой; *г* — с потайной головкой; *д* — с полупотайной головкой; *е* — взрывная; *ж* — трубчатая

висимости от назначения и условий эксплуатации возможно использование заклепок с другими формами головок (рис. 2.4).

Выбор размеров заклепок зависит от толщины соединяемых клепкой деталей. Диаметр заклепки должен быть, как правило, равным суммарной толщине соединяемых деталей. Длина стержня заклепки определяется с учетом образования замыкающей головки, усадки стержня в процессе клепки и необходимости заполнения зазора между стержнем заклепки и стенками отверстия под нее (рис. 2.5).

Для обеспечения свободной, но достаточно плотной установки заклепки диаметр отверстия должен быть несколько больше диаметра заклепки:

Диаметр заклепки, мм.....	2,0	2,2	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Диаметр сверла, мм:										
точная сборка.....	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2
грубая сборка.....	2,3	2,6	3,1	3,5	4,0	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7

В случае, если невозможно сформировать в соединении замыкающую головку, применяют взрывные заклепки. Такая заклепка, заполняемая взрывчатым веществом, устанавливается в отверстия соединяемых деталей и осаждается легкими ударами молотка в холодном состоянии. После этого заклепку нагревают со стороны закладной головки каким-либо нагревательным прибором (например, паяльником), в результате чего происходит взрыв вещества, помещенного в стержне заклепки, и его конец расширяется, образуя замыкающую головку.

Для соединения тонких металлических листов и деталей из неметаллических материалов используют трубчатые заклепки, замыкающая головка которых образуется развальцовкой.

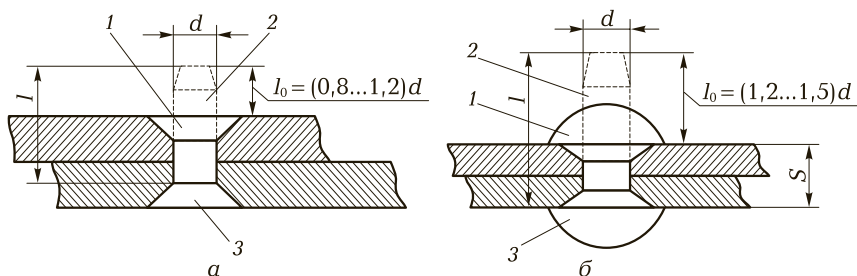


Рис. 2.5. Заклепочные соединения:

a — с потайной головкой; *б* — с полукруглой головкой; 1 — замыкающая головка; 2 — стержень; 3 — закладная головка; *l* — длина заклепки; *d* — диаметр стержня; l_0 — длина заклепки под замыкающую головку; *S* — толщина соединяемых деталей

Место соединения деталей при помощи заклепок называется заклепочным швом. В зависимости от характера соединения и его назначения заклепочные швы подразделяются на прочные, плотные и прочноплотные.

Прочный шов применяется в тех случаях, когда необходимо получить соединение повышенной прочности. Как правило, это соединения в различных несущих конструкциях: балки, колонны, подъемные сооружения и другие подобные конструкции.

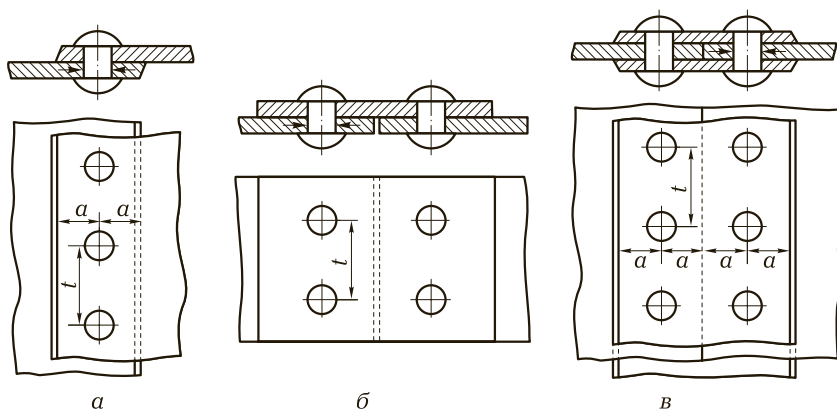


Рис. 2.6. Типы заклепочных швов в зависимости от расположения соединяемых заготовок:

a — внахлестку; *б* — встык с одной накладкой; *в* — встык с двумя накладками; *t* — шаг соединения; *a* — расстояние от края детали до центра отверстия под заклепку

Плотный шов используется при клепке резервуаров и сосудов для жидкостей, трубных соединений для транспортирования газов и жидкостей под небольшим давлением.

Прочноплотный шов служит для соединения деталей в устройствах и конструкциях, работающих под большим давлением, например в паровых котлах.

По взаимному расположению деталей соединения различают два типа швов: встык и внахлестку (рис. 2.6, а). Соединение деталей встык осуществляется с помощью накладок. В соединении используются одна (рис. 2.6, б) или две (рис. 2.6, в) накладки. Заклепки при любом виде соединения можно располагать в один, два, три и более рядов. В зависимости от числа рядов заклепок в соединении различают одно-, дву- и многорядные заклепочные соединения (рис. 2.7).

Расстояние между заклепками в соединении выбирается в зависимости от типа соединения (однорядное или двурядное). В однорядных швах расстояние между осями заклепок (шаг) должно быть равно трем диаметрам заклепки, а расстояние от края соединяемых деталей до оси заклепок в соединении должно составлять не менее полутора диаметров. При выполнении двурядных швов эти расстояния соответственно должны быть равны четырем и полутора диаметрам заклепки. Расстояние между рядами заклепок в таких соединениях должно составлять два диаметра заклепки.

Инструменты и приспособления для ручной клепки. Для ручной клепки применяют следующие инструменты: слесарный молоток (как правило, используется молоток с квадратным бойком), поддержка под закладную головку и обжимка.

Молоток для выполнения клепки выбирается по массе в зависимости от диаметра заклепки:

Диаметр заклепки, мм.....	2,0	2,5	3,0	3,5
Масса молотка, г.....	100... 150	150... 200	200... 300	300... 350

Диаметр заклепки, мм.....	4,0	5,0	6,0... 8,0
Масса молотка, г.....	350... 400	400... 450	450... 500

Поддержка служит опорой при расклепывании стержня заклепки; масса поддержки должна быть в 4—5 раз больше массы молотка. Поддержка, на которую опирается полукруглая закладная головка заклепки, должна иметь лунку с формой, соответствующей форме замыкающей головки заклепки.

Натяжка служит для осаживания листов, подлежащих клепке, вдоль стержня заклепки. По оси натяжки выполняется глухое отвер-

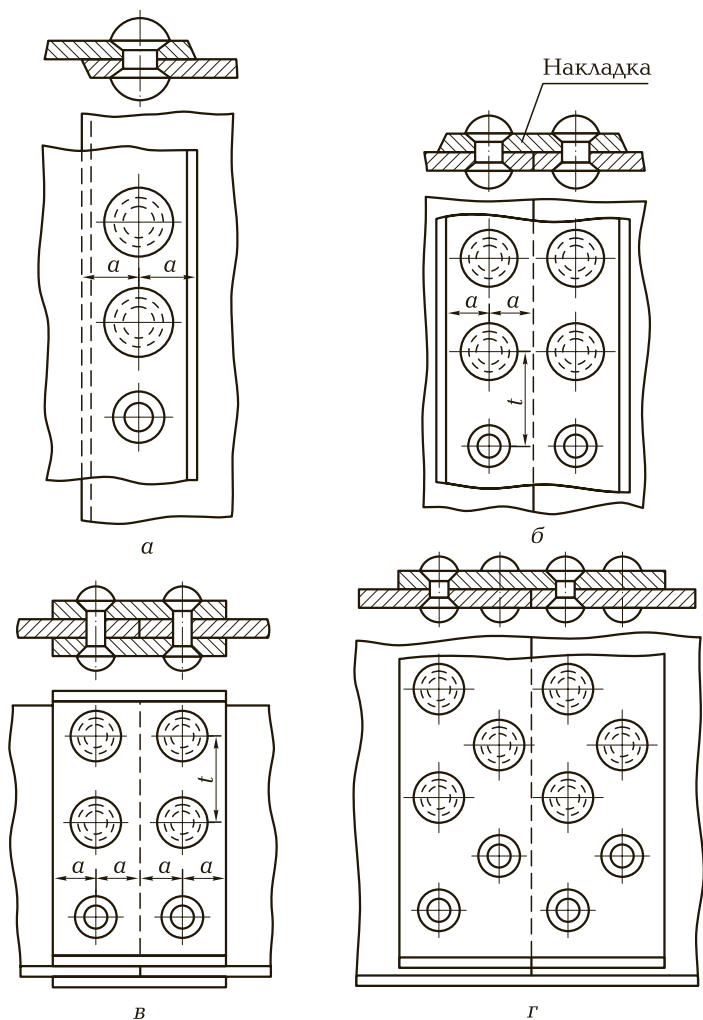


Рис. 2.7. Типы заклепочных швов в зависимости от расположения заклепок:

a — однорядный; $б, в$ — двурядный; $г$ — многорядный; t — шаг соединения; a — расстояние от края детали до центра отверстия под заклепку

стие, в которое входит стержень заклепки при осаживании заготовок, подлежащих соединению. Диаметр отверстия натяжки не должен превышать диаметр стержня заклепки более чем на 1...1,5 мм.

Обжимка представляет собой стержень, на конце которого выполнено отверстие для формирования после осаживания замыка-

ющей полукруглой головки заклепочного соединения. Форма этого отверстия должна соответствовать форме замыкающей головки. Потайные замыкающие головки формируются бойком молотка без обжимки.

Чеканы представляют собой зубило с плоской и закругленной рабочей частью и применяются для создания герметичности заклепочного шва, которая достигается за счет подчеканивания краев заготовок в заклепочном шве.

Поддержки, натяжки и чеканы изготавливаются из инструментальной углеродистой стали, а их рабочие части закаляются.

С помощью этих инструментов ручная клепка осуществляется двумя методами: прямым и обратным.

Прямой метод характеризуется тем, что удары наносятся по стержню заклепки со стороны замыкающей головки.

При обратном методе удары наносят по закладной головке через оправку, а формирование замыкающей головки осуществляется за счет поддержки и обжимки. Качество клепки при этом несколько ниже, чем при прямом методе, поэтому метод обратной клепки применяется только в тех случаях, когда прямой метод применить невозможно.

Пистонница (рис. 2.8) представляет собой специальный инструмент для развальцовывания трубчатых заклепок. Заклепку 4 устанавливают в отверстие, под замыкающую головку подводят

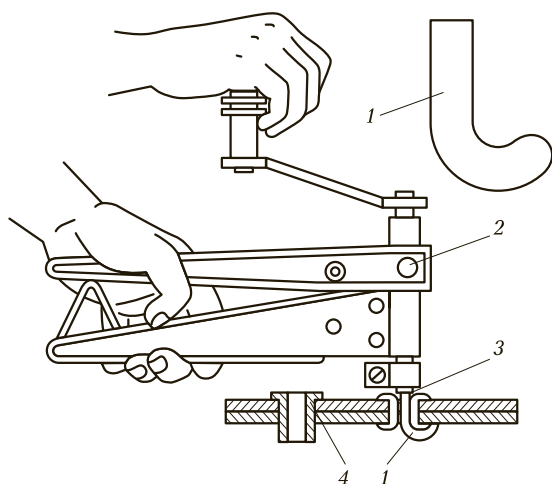


Рис. 2.8. Пистонница:

1 — крючок; 2 — пистонница; 3 — обжимка; 4 — заклепка

крючок 1, пистонницей 2 осаживают заклепку, подтягивая соединяемые детали друг к другу, и, вращая рукоятку пистонницы, развальцовывают замыкающую головку.

При ручной клепке необходимо соблюдать следующие правила:

1. Перед началом работы следует проверить:

- совпадение отверстий в склепываемых деталях;
- соответствие диаметра стержня заклепки диаметру отверстия;
- длину стержня заклепки для получения полноценной замыкающей головки.

2. Зенкование отверстия под потайную головку следует выполнять с контролем глубины и диаметра углубления под головку при помощи контрольной заклепки.

3. Склепывание деталей необходимо производить с упором потайной головки заклепки в плиту, полукруглой закладной головки — в поддержку со сферическим отверстием соответствующего размера.

4. Следует обязательно осаживать склепываемые детали натяжкой с отверстием, соответствующим диаметру стержня заклепки.

5. Запрещается забивать заклепку в отверстие, если заклепка не входит свободно в отверстие.

6. При расклепывании заклепок шарнирного соединения, например плоскогубцев, необходимо прокладывать между соединяемыми деталями шарнира тонкую бумажную прокладку и по ходу расклепывания стержня заклепки периодически проверять подвижность шарнирного соединения.

7. При клепке «на весу», т.е. когда склепываемые детали находятся в вертикальном положении, а также при клепке пневматическим клепальным молотком работу следует выполнять вдвоем: один упирает в закладную головку поддержку, а второй расклепывает стержень заклепки для образования замыкающей головки.

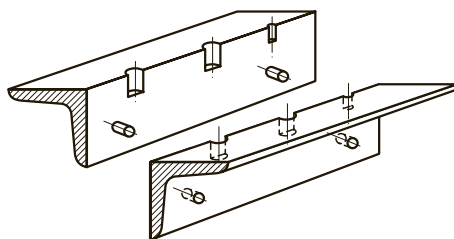


Рис. 2.9. Приспособление для изготовления заклепок

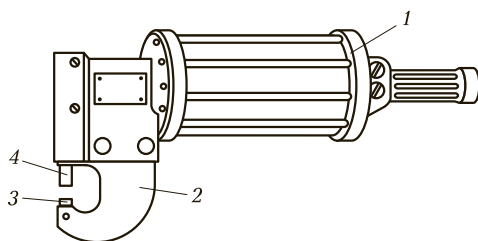


Рис. 2.10. Ручной переносной пневматический пресс мод. ПРП5-2:
1 — цилиндр; 2 — скоба; 3, 4 — обжимки

8. При кустарном изготовлении заклепок следует использовать прутки или проволоку из мягкой стали, меди или алюминия, применяя для этого специальное приспособление (рис. 2.9).

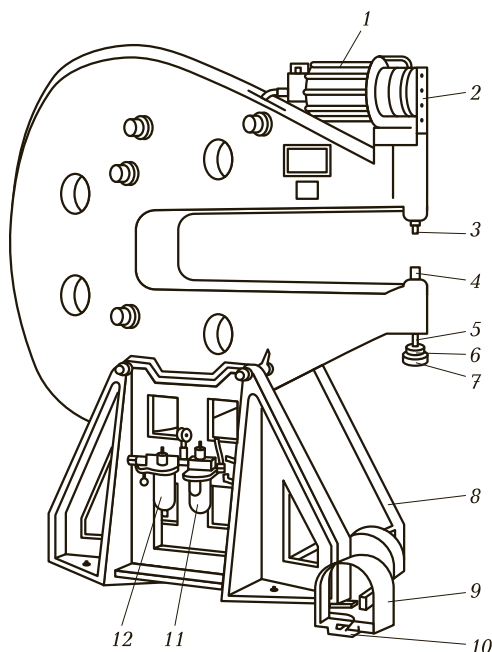


Рис. 2.11. Пневморычажный стационарный пресс мод. КР204-М:
1 — пневматический цилиндр; 2 — скоба; 3, 4 — обжимки; 5 — упор; 6 — контргайка; 7 — винт; 8 — тумба; 9 — ограждение; 10 — педаль включения; 11 — автоматическая масленка; 12 — фильтр

Механизация клепки. При выполнении клепки крупногабаритных деталей широко применяют ручные механизированные инструменты и стационарное клепальное оборудование.

Наиболее распространенным механизированным инструментом для клепки является пневматический (реже электрический) клепальный молоток. Клепальные молотки отличаются разнообразием конструкций, но все молотки должны снабжаться гасителями вибраций, которые предупреждают появление профессиональных заболеваний, связанных с постоянным воздействием вибраций на организм.

Для соединения заготовок из листового материала толщиной 4...6 мм заклепками диаметром до 6 мм применяют пневматические прессы: ручной мод. ПРП5-2 (рис. 2.10) и стационарный мод. КП204-М (рис. 2.11).

Для соединения заготовок из листовой оцинкованной стали толщиной до 1 мм с использованием трубчатых алюминиевых заклепок широко применяют клепальные клещи.

Правильность установки заклепок контролируют по высоте головок над поверхностью склепываемых деталей при помощи шаблона или линейки и щупа.

2.5. СОЕДИНЕНИЕ МЕТОДОМ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ (ВАЛЬЦЕВАНИЕ)

Метод пластического деформирования (вальцевание) — процесс расширения конца трубы, вставленной в отверстие корпусной детали. Этот метод применяют в основном для соединения труб с корпусными деталями. Такое соединение отличается прочностью и герметичностью. Перед началом вальцевания зазор между трубой и поверхностью отверстия корпусной детали не должен превышать 1 % диаметра трубы. Отклонение отверстия корпусной детали от круглости и цилиндричности не должно превышать 0,2 мм. После того как труба, подлежащая развальцовке, установлена в отверстии корпусной детали, приступают непосредственно к осуществлению самого процесса вальцевания.

Под воздействием инструмента (вальцовки) в металле трубы происходят пластические деформации, в результате которых ее диаметр увеличивается и труба закрепляется в отверстии, при этом деформируется только труба. При дальнейшем вальцевании труба начинает давить на стенки отверстия, вызывая в них упругие деформации, которые и обеспечивают после снятия нагрузки

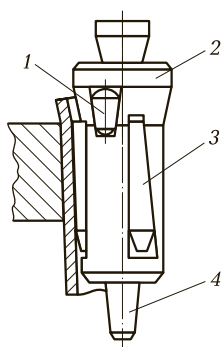


Рис. 2.12. Косая бортовочная вальцовка:
1 — бортовочный ролик; 2 — корпус; 3 — вальцовочный ролик; 4 — конус

прочность и плотность соединения. Прочность соединения значительно увеличивается, если концу вальцуемой трубы придают коническую форму.

Для вальцевания применяют косые вальцовки: крепежные (КВК) и бортовочные (КВБ). Бортовочная вальцовка (рис. 2.12) состоит из корпуса 2 с выполненными в нем прорезями, вальцовочных роликов 3, конуса 4 и бортовочных роликов 1.

При вращении конуса 4 наклонные торцы роликов 3 давят на корпус 2, обеспечивая перемещение вальцовки по внутренней поверхности трубы. Одновременно ролики, обкатывая конус, стремятся продвинуть его относительно корпуса вальцовки вперед. Продвигаясь вперед, конус раздвигает ролики, а ролики при этом расширяют трубу. Происходит вальцевание. Бортовочные ролики обеспечивают отбортовку конца трубы на 15° .

В качестве привода для вальцовок используют пневматические и электрические ручные механизированные инструменты (дрели).

Контроль качества вальцовки осуществляется визуально и на слух. При качественном вальцевании труба не должна качаться в отверстиях, а при ее обстукивании не должно возникать дребезжащего звука.

2.6. СОЕДИНЕНИЯ С ГАРАНТИРОВАННЫМ НАТЯГОМ (ПРЕССОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ)

Соединение деталей с натягом обеспечивается силами трения, которые зависят от давления, определяемого натягом. В зависимости от сил, которые должно выдерживать соединение в процессе работы, соединения выполняют с помощью посадок с гарантированным натягом или переходных посадок.

Прочность прессового соединения зависит от многих факторов, в том числе от натяга, качества сборки и состояния сопрягаемых поверхностей.

Принцип сборки прессовых соединений основан на пластическом деформировании соединяемых деталей. Сборка достигается

за счет создания в соединяемых деталях напряжений, превышающих предел упругости материала этих деталей. Поэтому методом пластического деформирования могут быть собраны только детали, изготовленные из пластичных материалов. В прессовых соединениях нельзя применять детали из таких хрупких материалов, как бронза, чугун и т.п.

Соединения с гарантированным натягом (прессовые соединения) могут быть получены несколькими способами:

- продольной сборкой за счет приложения осевого усилия;
- поперечной сборкой за счет нагрева или охлаждения одной из сопрягаемых деталей, что дает возможность свободного соединения деталей в процессе сборки;
- комбинацией продольной и поперечной сборок.

Способы получения соединений с гарантированным натягом основаны на применении следующих методов: запрессовки, термического воздействия, глубокого охлаждения и гидропрессовой сборки.

Метод запрессовки. Метод запрессовки — метод, который применяют при продольной сборке за счет осевого усилия. Процесс сборки состоит в том, что к одной из сопрягаемых деталей, охватываемой (валу) или охватывающей (втулке), прикладывается осевая сила, которая обеспечивает надвижение одной детали на другую. Так как в таких соединениях диаметр охватываемой детали больше внутреннего диаметра охватывающей детали, то в процессе сборки происходит деформирование металла. Вследствие натяга на поверхности контакта возникает давление, величина которого определяет характер деформации соединяемых деталей. Такие деформации могут быть либо упругими, либо упругопластичными. Оборудование, приспособления и инструменты для выполнения этой операции выбирают в зависимости от силы, необходимой для запрессовки.

Для запрессовки используют ручные, гидравлические и пневматические прессы, при выборе которых следует руководствоваться следующим:

- площади стола и ползуна прессы должны позволять производить установку деталей соединения;
- оборудование должно создавать необходимое для запрессовки усилие;
- оборудование должно обеспечивать запрессовку требуемого количества подлежащих сборке соединений.

Если небольшие детали необходимо запрессовать в тяжелые корпусные, применяют домкраты с ручным или пневматическим приводом. Вместо домкратов возможно использование специальных приспособлений (винтовых или гидравлических), которые при выполнении соединений не требуют больших трудовых затрат и обеспечивают плавность и надежность запрессовки.

Для уменьшения усилия при запрессовке применяют смазку, в качестве которой используют сульфид молибдена и машинное масло, наносимые на поверхности сопрягаемых деталей. Применение смазки обеспечивает при разборке прессового соединения отсутствие задиrow на сопрягаемых поверхностях. Кроме того, применение молибденовой смазки позволяет уменьшить усилие запрессовки приблизительно на 30 %.

Запрессовку следует производить осторожно, обеспечивая правильное направление прессуемой детали. В некоторых случаях направление деталям при запрессовке удобно задавать путем базирования охватываемой и охватывающей деталей на оправках или в специальных направляющих приспособлениях. Материал оправок должен быть мягче материала сопрягаемых деталей.

Запрессовку выполняют медленно, с небольшим усилием, чтобы обеспечить правильное направление охватываемой детали в охватывающей, затем усилие постепенно увеличивают, доводя до расчетного значения к окончанию процесса запрессовки, чтобы обеспечить плотную установку охватываемой детали.

Процесс выполнения соединения с гарантированным натягом методом запрессовки осуществляется в следующей последовательности:

- проверяют соответствие размеров сопрягаемых деталей требованиям чертежа;
- оценивают состояние сопрягаемых поверхностей (шероховатость поверхности, отсутствие задиrow и заусенцев);
- производят смазывание сопрягаемых поверхностей;
- устанавливают охватываемую деталь на охватывающую так, чтобы оси деталей совпадали (в случае необходимости применяют центрирующие приспособления);
- осуществляют процесс прессования.

Метод термического воздействия. Метод термического воздействия — метод, применяемый при поперечной сборке соединений с гарантированным натягом. Сущность метода состоит в том, что на одну или обе детали соединения оказывается термическое воз-

действие: охватывающую деталь нагревают, а охватываемую охлаждают. Прочность соединения, собранного с применением теплового воздействия, в 1,5—2 раза превышает прочность соединения, собранного на прессе, так как при использовании теплового воздействия микронеровности на сопрягаемых поверхностях не сглаживаются, а обеспечивают лучшее удерживание охватываемой детали в охватывающей. Кроме того, при использовании термического воздействия при сборке соединений с гарантированным натягом требования, предъявляемые к качеству обработки сопрягаемых деталей, значительно ниже, чем при сборке тех же соединений прессовым методом, что позволяет значительно снизить стоимость изготовления деталей соединения.

Наиболее целесообразно применять сборку методом термического воздействия с общим и местным подогревом охватывающей детали. Этим методом пользуются при соединении деталей большого диаметра с малой площадью сопряжения. Нагрев деталей небольших и средних размеров производится в масляных и водяных ваннах. Для крупногабаритных деталей применяют местный подогрев участков, примыкающих к посадочному отверстию. Местный подогрев может быть осуществлен при помощи газовой горелки, устройств со спиралью или индуктора токов высокой частоты (ТВЧ). В зависимости от требуемого натяга температура нагрева колеблется в пределах 75... 400 °С. При автоматической сборке нагрев деталей производится в специальных тоннельных печах. Для нагрева деталей типа колец применяют специальные индукционные устройства.

Нагрев деталей для выполнения соединений с гарантированным натягом осуществляют в следующей последовательности:

- проверяют соответствие размеров соединяемых деталей требованиям чертежа;
- помещают охватывающую деталь в масляную ванну для нагрева;
- устанавливают нагретую охватывающую деталь на охватываемую и выдерживают соединение до достижения им комнатной температуры.

Метод глубокого охлаждения. Метод глубокого охлаждения — метод, применяемый при поперечной сборке соединений с гарантированным натягом, но по сравнению с методом термического воздействия имеет ряд преимуществ:

- обеспечивает высокую прочность соединения;
- уменьшает деформацию охватываемой детали;

- уменьшает возможные изменения формы, возникающие при сборке с термическим воздействием.

Глубокое охлаждение деталей производится в жидком азоте ($-195,6^{\circ}\text{C}$) или в твердой углекислоте ($-78,5^{\circ}\text{C}$). При работе с охлаждающими средами следует строго соблюдать меры безопасности. Для охлаждения деталей жидким азотом применяют специальные металлические сосуды — сосуды Дьюара. Сосуды имеют двойные стенки, уменьшающие интенсивность теплообмена с окружающей средой, и отверстия в крышке для выхода газа, образующегося в результате испарения хладоносителя.

Охлаждение деталей, подлежащих сборке, осуществляется следующим образом:

- очищают детали от грязи и масла, промывают и протирают насухо;
- оценивают состояние поверхностей соединяемых деталей, убеждаясь в отсутствии заусенцев и задиrow;
- загружают детали в емкость с хладоносителем, используя специальные клещи (детали типа валов загружают вертикально; при загрузке деталей массой более 10 кг следует пользоваться специальными приспособлениями — хомутами, струбцинами, рым-болтами, облегчающими последующее извлечение детали из емкости с хладоносителем);
- заполняют сосуд хладоносителем так, чтобы он полностью покрывал детали (при использовании в качестве хладоносителя жидкого азота его заливают в емкость таким образом, чтобы уровень жидкости был выше деталей на 80... 100 мм; по мере испарения жидкость необходимо доливать, поддерживая ее уровень постоянным).

Время выдержки деталей в охлаждающей жидкости зависит от их размеров и массы. Примерное время выдержки деталей, мин, в жидком азоте следующее:

Тонкостенные детали с толщиной стенки 7... 10 мм.....	8... 10
Втулки с толщиной стенки 20... 30 мм	15... 20
Толстостенные детали с толщиной стенки 40... 50 мм.....	35... 50

Если выдержка деталей (при охлаждении до $-195,6^{\circ}\text{C}$) составляет 25... 35 мин, то количество жидкого азота выбирают из расчета 0,6 л на 1 кг охлаждаемых деталей. Если температура, до которой охлаждают детали, выше $-195,6^{\circ}\text{C}$, то количество жидкого

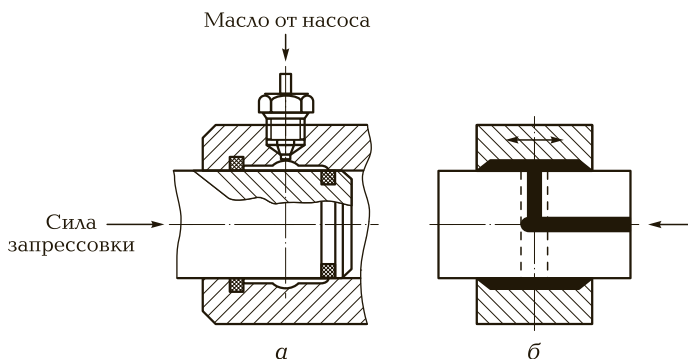


Рис. 2.13. Схема гидропрессовой сборки при подводе масла через отверстие во втулке (а) и в валу (б)

азота определяют из того расчета, что для охлаждения 1 кг деталей на 1 °С требуется 3 мл жидкого азота или пользуются справочными таблицами [8, с. 153].

При использовании твердой углекислоты («сухой лед») охлаждение производится в специальном термосе. Для улучшения охлаждения «сухой лед» помещают в жидкую среду, например в метиловый или в денатурированный спирт. При этом в сосуд сначала заливают жидкость, а потом добавляют «сухой лед».

Наиболее существенным недостатком метода глубокого охлаждения является уменьшение ударной вязкости деталей, подвергшихся охлаждению, что необходимо учитывать при выборе посадок в соединениях, собираемых методом глубокого охлаждения.

Если в соединении предусмотрены значительные натяги, то рекомендуется применение комбинированного метода — нагрев охватываемой детали и охлаждение охватываемой.

Метод гидропрессовой сборки. Гидропрессовая сборка представляет собой комбинацию продольной и поперечной сборки и находит все большее применение. Сущность этого метода, схематически показанного на рис. 2.13, состоит в том, что под воздействием высокого давления (до 200 МПа) масла, подводимого в зону соединения через специальные каналы в валу или во втулке, происходит упругое деформирование деталей соединения. Такое деформирование обеспечивает получение гарантированного натяга в результате возвращения размеров к исходным величинам после снятия давления.

2.7. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОД СВАРКУ

Сварка — процесс соединения металлических деталей с использованием сил молекулярного сцепления, происходящего при сильном местном нагреве соединяемых деталей до расплавления (сварка плавлением) или пластического состояния с одновременным применением механического воздействия (сварка давлением). Затвердевший после сварки металл, соединяющий свариваемые детали, называют сварным швом.

Основными достоинствами, определяющими широкое применение сварных соединений в машиностроении, являются следующие:

- существенная экономия металла;
- значительное снижение трудоемкости изготовления корпусных деталей;
- возможность изготовления конструкций сложной формы из отдельных деталей, полученных ковкой, прокаткой, штамповкой.

Наряду с этим сварным соединениям присущи следующие недостатки:

- появление остаточных напряжений по окончании процесса сварки;
- коробление деталей в процессе сварки;
- плохое восприятие знакопеременных нагрузок, особенно вибраций;
- сложность и трудоемкость контроля.

Из всего разнообразия методов сварки в сборочном производстве применяют ручную дуговую сварку плавящимся электродом, стыковую, точечную и шовную сварку.

При ручной дуговой сварке кромки соединяемых частей изделия расплавляются электрической (вольтовой) дугой, образующейся между электродом и свариваемым металлом. Перемещение электрода вдоль шва осуществляется вручную. При сварке плавящимся электродом электрод расплавляется и служит дополнительным материалом, заполняющим сварной шов.

Шовную и точечную сварку применяют для соединения тонкостенных деталей.

В зависимости от расположения соединяемых сваркой деталей различают стыковые, нахлесточные, с накладками, угловые и тавровые сварные швы (рис. 2.14). Из всех видов сварных соедине-

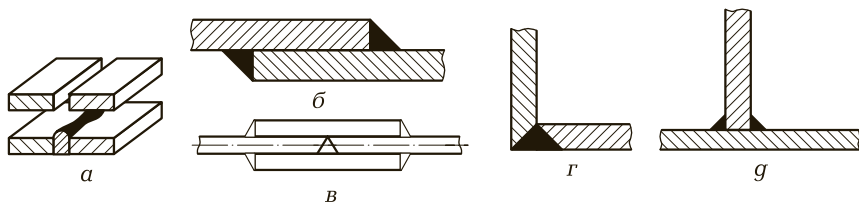


Рис. 2.14. Сварные швы:

а — стыковой; б — нахлесточный; в — с накладками; г — угловой; д — тавровый

ний наиболее распространенными являются соединения со стыковыми швами. Конструкции, выполненные с помощью этих соединений, по параметрам аналогичны литым. В зависимости от формы подготовленных под сварку кромок на деталях различают параллельные, V-, X- и К-образные стыковые швы (рис. 2.15). По характеру выполнения стыковые швы могут быть односторонними с подваркой с другой стороны, односторонними со стальными приваренными или медными съемными прокладками с другой стороны, двусторонними.

Угловые швы различают в зависимости от формы подготовки кромок: без скоса кромок, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок. По характеру выполнения угловые швы могут быть одно- и двусторонними.

Оборудование для разделки кромок, зачистки швов и отделки сварных соединений. В процессе выполнения сварных соединений ряд операций связан с подготовительными работами перед сваркой, специальными работами непосредственно в процессе сварки и работами по отделке сварных соединений. К таким опе-

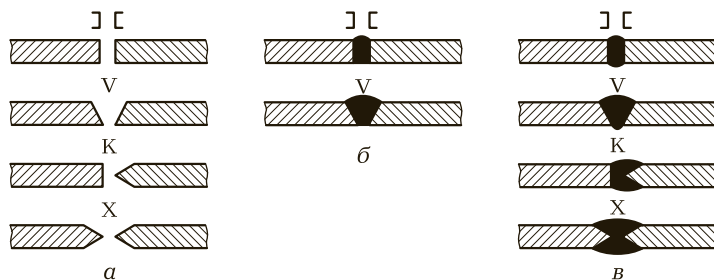


Рис. 2.15. Типы стыковых швов и их условное обозначение:

а — подготовка кромок; б — односторонние швы; в — двусторонние швы

рациям относятся разделка кромок перед сваркой, зачистка дефектных мест, зачистка сварных швов и основного металла после сварки.

Эти операции выполняются с использованием соответствующего оборудования. Наиболее широко применяют ручной механизированный инструмент, у которого главное движение осуществляется с помощью двигателя, а вспомогательное движение и управление инструментом вручную. По характеру главного движения различают инструменты с возвратно-поступательным и вращательным движением (шлифовальные круги, проволочные щетки или напильники). По виду привода различают пневматический и электрический инструмент.

К пневматическим механизированным инструментам относятся прямые, угловые и торцевые шлифовальные машины, зачистные пневматические машины, ручные пневматические молотки.

Прямая пневматическая шлифовальная машина, у которой ось шпинделя соосна с валом двигателя (рис. 2.16), состоит из корпуса 3, с вмонтированным в него ротационным двигателем, рукоятки 5 с пусковым механизмом и плоского шлифовального круга 6, расположенного на шпинделе 1 и закрытого кожухом 2. Пуск машины осуществляется нажатием на курок 4 пускового механизма, при этом открывается доступ воздуха к ротационному двигателю.

Угловая пневматическая шлифовальная машина отличается от прямой пневматической машины тем, что ее шпиндель расположен под углом 90° к основной рукоятке. Это приводит к необходимости использования в приводе конической зубчатой передачи.

Торцевые шлифовальные машины оснащены чашечными шлифовальными кругами и работают торцом, а не периферией круга, как прямые и угловые машины.

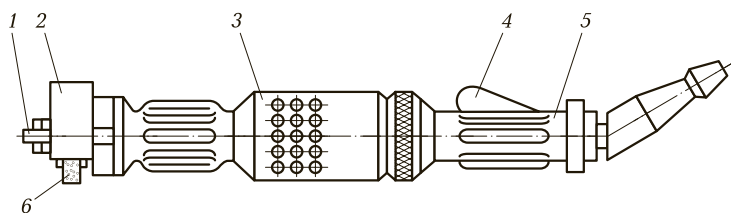


Рис. 2.16. Пневматическая ручная шлифовальная машина:

1 — шпиндель; 2 — кожух; 3 — корпус; 4 — курок пускового механизма; 5 — рукоятка; 6 — шлифовальный круг

Зачистные пневматические машины аналогичны шлифовальным. На них устанавливают щетки из пружинной проволоки диаметром 0,3...0,5 мм для очистки поверхностей от грязи, ржавчины, окалины.

Ручной пневматический молоток (рис. 2.17) применяют для зачистки швов и прилегающей к швам зоны основного металла соединяемых деталей от шлака и брызг расплавленного металла. Молоток состоит из ствола 8, ударника 7, воздухораспределительного 5 и пускового 3 устройств с рукояткой 1. В корпусе пускового устройства смонтированы клапан 4 и штуцер 2, в конце ствола запрессована концевая втулка 10, в которую входит хвостовик 9 зубила. Возвратно-поступательное движение ударника осуществляется при поочередной подаче воздуха в полости цилиндра по каналам воздухораспределительного устройства и ствола. Подача воздуха в полости цилиндра переключается автоматически с помощью золотника 6. Частота ударов зубила составляет 2 800...3 000 мин⁻¹. Если заменить зубило на чекан, молоток можно использовать для проковки швов.

Для гашения вибраций при использовании молотка применяют специальные защитные рукоятки, изолированные от корпуса кольцами и амортизаторами, а для снижения шума служит глушитель. В целях предупреждения вылета инструмента при холостых ходах (как и во всех инструментах ударного действия) предусмотрено специальное устройство.

В тех случаях когда отсутствует централизованная система сжатого воздуха, применяют электрические шлифовальные машины или шлифовальные головки, связанные с расположенным отдель-

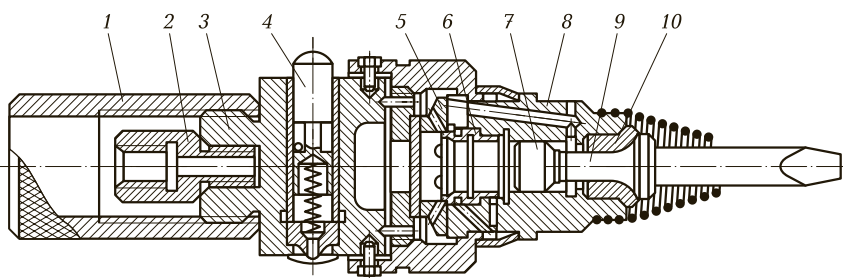


Рис. 2.17. Ручной пневматический молоток:

1 — рукоятка; 2 — штуцер; 3, 5 — соответственно пусковое и воздухораспределительное устройство; 4 — клапан; 6 — золотник; 7 — ударник; 8 — ствол; 9 — хвостовик зубила; 10 — концевая втулка

но приводом (электрическим двигателем) с помощью гибкого вала.

Пневматический инструмент более удобен в эксплуатации, так как его включают непосредственно в цеховую магистраль сжатого воздуха. При использовании электрического инструмента, который в целях безопасности рассчитан на напряжение 42 В, необходимо применять понижающие трансформаторы и преобразователи частоты тока. Кроме того, электрический инструмент имеет большую массу на единицу мощности по сравнению с пневматическим. К достоинствам электрического инструмента относится то, что он потребляет меньшую мощность и имеет больший коэффициент полезного действия (КПД). Коэффициент полезного действия для электрического инструмента составляет 0,4...0,6, а для пневматического — 0,07...0,11.

Приспособления и оборудование для сборки частей изделия перед сваркой. Для качественной сборки частей сварных соединений требуется правильная взаимная установка и закрепление составляющих их частей. С этой целью применяют различные сборочные приспособления — переносные и стационарные.

К переносным сборочным приспособлениям, которые применяют, как правило, в условиях мелкосерийного и единичного производства, относятся струбцины, стяжки, распорки, винтовые домкраты, электромагнитные фиксаторы и др.

Струбцины (рис. 2.18, а) используют для соединения двух и более частей собираемого изделия между собой или для установки и закрепления частей в определенном положении.

Стяжки обеспечивают правильное взаимное расположение кромок соединяемых частей изделия. Винтовая стяжка (рис. 2.18, б) состоит из двух винтовых струбцин 1 и 3, соединенных винтами 2 и 4, каждый из которых имеет правую и левую резьбу. Струбцины закрепляют на кромках соединяемых частей, после чего винтом 4 выравнивают взаимное положение кромок, а винтом 2 стягивают части изделия для обеспечения необходимого при сварке зазора.

Распорки предназначены для выравнивания кромок частей собираемого изделия. Винтовая распорка состоит из двух винтов с правой и левой резьбой и предназначена для исправления формы сварного соединения путем создания давления в различных сечениях обечайки. Кольцевая винтовая распорка разжимает обечайку в нескольких точках, равномерно расположенных по окружности.

Винтовые домкраты применяют для сборки при точной установке тяжелых деталей и их закрепления.

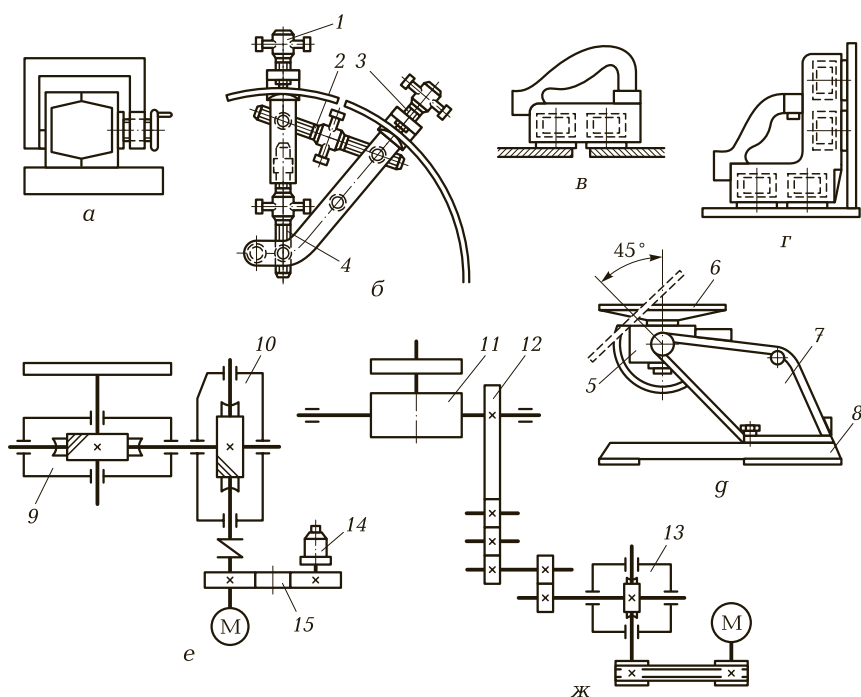


Рис 2.18. Сборочные приспособления для фиксации изделий при сварке: а — струбцина; б — винтовая стяжка; в, г — электромагнитные фиксаторы соответственно для фиксации зазора и сборки стыковых и угловых соединений; д — манипулятор; е, ж — кинематические схемы механизмов вращения и наклона манипулятора; 1, 3 — винтовые струбины; 2, 4 — винты; 5, 11 — поворотные столы; 6 — планшайба; 7 — корпус; 8 — опора; 9, 10, 13 — червячные редукторы; 12 — зубчатый сектор; 14 — тахогенератор; 15 — зубчатое колесо; М — электрический двигатель

Электромагнитные фиксаторы используют для выравнивания кромок при стыковой сварке и фиксации зазоров между кромками соединяемых частей изделия (рис. 2.18, в), а также для сборки перед сваркой частей изделия в угловых соединениях (рис. 2.18, г).

К стационарным сборочным приспособлениям относится манипулятор, который применяется для установки свариваемых изделий в положение, удобное для сварки.

Манипулятор (рис. 2.18, г) состоит из корпуса 7, установленного на опорах 8, поворотного стола 5 с планшайбой 6 и механизма вращения. Внутри корпуса манипулятора находится механизм наклона планшайбы. Кинематические схемы механизмов вращения и наклона манипулятора показаны на рис. 2.18, е, ж. Механизм

вращения приводится в движение от электрического двигателя М, который связан через зубчатые колеса 15 и червячные редукторы 9 и 10 с тахогенератором 14.

Механизм наклона также приводится в движение от электрического двигателя М через ременную передачу, червячный редуктор 13 и зубчатый сектор 12, который поворачивает стол 11 манипулятора на заданный угол. В крайних положениях механизм наклона отключается автоматически с помощью конечных выключателей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. От чего зависит выбор марки мягкого припоя?
2. Какую роль выполняет флюс при паянии и от чего зависит выбор его состава?
3. Почему при паянии пластин из твердого сплава необходима обвязка соединяемых заготовок проволокой?
4. В чем состоит отличие паяния в защитных газах или в вакууме от паяния на воздухе?
5. Для чего перед началом лужения необходима механическая и химическая очистка заготовок?
6. Каковы основные правила безопасности при лужении?
7. В каких случаях применяют заклепочные соединения?
8. Почему заклепки следует изготавливать только из пластичных материалов?
9. В чем состоят преимущества клеевых соединений по сравнению с паяными и заклепочными?
10. Почему поверхности склеиваемых частей заготовок должны иметь повышенную шероховатость?
11. Что ограничивает применение клеевых соединений?
12. В каких случаях применяют соединение деталей методом вальцевания?
13. За счет чего обеспечивается прочность и герметичность вальцованных соединений?
14. В каких случаях можно применять метод пластической деформации?
15. Почему соединение деталей методом термического воздействия целесообразно применять в том случае, когда длина сопряжения значительно меньше диаметра сопряжения?
16. Какие методы нагрева используют для получения соединений с гарантированным натягом?
17. В какой последовательности осуществляется глубокое охлаждение деталей перед сборкой?
18. Почему нельзя соединять сваркой тонкостенные детали?

РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА

3.1. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА

Резьбовые соединения являются самыми распространенными и составляют до 25 % общего числа соединений, что объясняется их простотой и надежностью, удобством регулирования усилия затяжки, а также возможностью разборки и последующей сборки. Основными деталями резьбового соединения являются крепежные и стопорящие устройства, предупреждающие самопроизвольное отвинчивание резьбовых соединений в процессе эксплуатации.

Крепежными деталями являются болты, винты, шпильки и гайки, а стопорящими — шайбы и шплинты.

Болт — металлический стержень с резьбой для гайки на одном конце и головкой на другом. Болтами скрепляют детали относительно небольшой толщины, а также детали, изготовленные из материалов, не обеспечивающих требуемую надежность резьбы, например из мягких металлов (медь, алюминий) или пластических масс.

Винт — металлический стержень, обычно с головкой на одном конце и резьбой на другом, которым он ввинчивается в одну из соединяемых деталей. Винты применяют, когда одна из деталей соединения имеет достаточно большую толщину или отсутствует место для размещения гаек, а также при необходимости уменьшения массы резьбового соединения.

Винты классифицируют по форме головки под инструмент для сборки резьбового соединения [8, с. 158] и форме хвостовой части [8, с. 156].

Шпилька — металлический стержень с резьбой на обоих концах. Одним концом шпильку ввинчивают в одну из соединяемых деталей, а на другой конец навинчивают гайку. Шпильки применяют вместо винтов в тех случаях, когда материал соединяемых де-

талей не обеспечивает требуемой долговечности резьбы при частых сборках и разборках резьбового соединения.

Длина ввинчиваемого в корпусную деталь резьбового конца шпильки и длина нарезанной под гайку резьбы различны. Для резьбовых отверстий в корпусных деталях, выполненных из стали, бронзы, латуни и титановых сплавов, длина резьбовой части шпильки, ввинчиваемой в это отверстие, должна быть равна ее диаметру, а для корпусных деталей, выполненных из серого и ковкого чугуна, она должна составлять не менее 1,25 номинального диаметра резьбы шпильки. Для корпусных деталей, выполненных из легких сплавов, это соотношение должно быть не менее 2.

Гайка — деталь с резьбовым отверстием, навинчиваемая на болт или шпильку и служащая для силового замыкания соединений с использованием этих крепежных деталей.

В зависимости от конструкции соединения и его назначения применяют различные типы гаек [8, с. 159—161].

Стопорящими деталями резьбового соединения являются шайбы и шплинты.

Шайбы применяют для предупреждения самопроизвольного отвинчивания резьбовых соединений. В зависимости от конструкции резьбового соединения шайбы выбирают, пользуясь справочником [8, с. 161, 162].

Шплинты — отрезки проволоки одновременно вставляемые в отверстия болта (шпильки) и гайки. Шплинты и стопорные шайбы с лапками принято называть гаечными замками.

Все виды резьб, применяемых в соединениях, можно классифицировать по соответствующим признакам (рис. 3.1).

К резьбовым соединениям предъявляются следующие технические требования:

- детали соединения должны быть хорошо пригнаны друг к другу;
- оси резьбовых деталей должны быть перпендикулярны плоскостям деталей соединения;
- размеры поперечного сечения и длина всех винтов, болтов и шпилек одного соединения должны быть одинаковы;
- гайки, головки болтов и винтов в соединении должны иметь одинаковую высоту;
- концы болтов и шпилек должны выходить из гаек на одинаковую величину;
- головки утопленных винтов и болтов не должны выступать из деталей соединения;

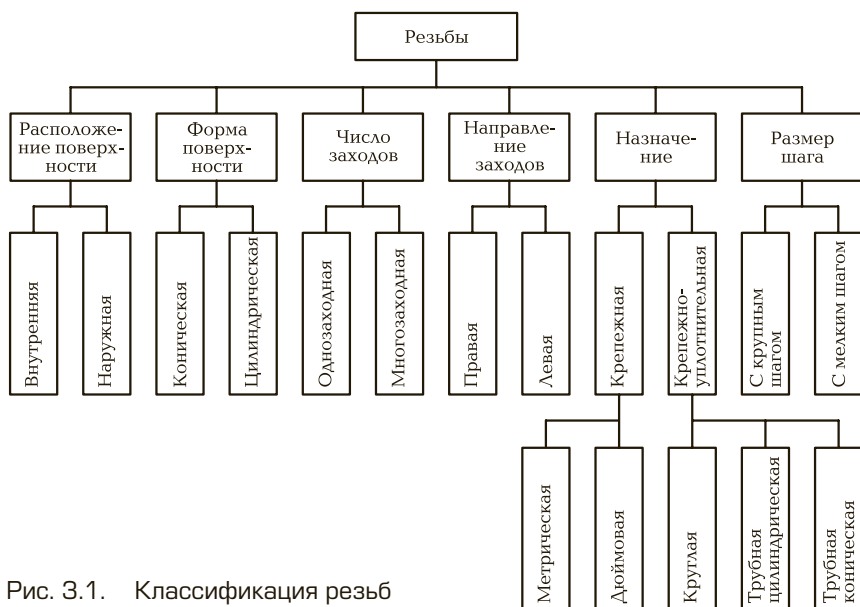


Рис. 3.1. Классификация резьб

- шайбы должны быть ровными и не иметь перекаса;
- головки винтов и болтов не должны быть скручены, а их грани смяты;
- прорези на головках винтов не должны быть смяты;
- резьба не должна быть сорванной;
- торцевые поверхности шайб, гаек, головок винтов и болтов должны быть гладкими.

Болтовые (винтовые) соединения и их сборка. Процесс сборки болтовых соединений включает в себя следующие этапы:

- подача деталей на сборку;
- установка резьбовых деталей и их предварительное ввертывание;
- подвод и установка инструмента;
- затягивание резьбового соединения;
- установка шплинтов или другая операция, обеспечивающая предотвращение самопроизвольного отвинчивания деталей резьбового соединения.

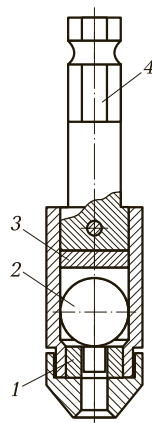
Отверстия в сопрягаемых деталях под установку болтов сверлят по разметке или по кондуктору, причем оси отверстий в сопрягаемых деталях должны совпадать. При одноболтовых соединениях допускается несовпадение осей отверстий в сопрягаемых деталях, но не более чем на 0,4 мм на каждые 10 мм диаметра резьбового соединения. Для ответственных соединений эта величина не должна превышать 0,15 диаметра болта. Наиболее оптимальной следует считать обработку отверстия в одной из деталей соединения при использовании в качестве кондуктора второй детали этого соединения.

Шпильчные соединения и их сборка. При выполнении шпильчного соединения в одну из деталей ввинчивают шпильку, затем на нее накладывают вторую деталь соединения и навинчивают гайку. Крутящий момент, прикладываемый к гайке при ее завинчивании, частично передается на шпильку. Для того чтобы обеспечить неподвижность шпильки при навинчивании на нее гайки, необходимо ввернуть шпильку в деталь плотно и до конца, т. е. обеспечить натяг между шпилькой и деталью, в которую она ввернута. Завинчивание шпилек — операция трудоемкая и, в достаточной степени, сложная. Эта операция может быть реализована двумя способами:

- на свободный конец шпильки навинчивают две гайки, затем, вращая при помощи ключа верхнюю гайку, ввинчивают шпильку в резьбовое отверстие (однако, следует учитывать, что при свинчивании гаек происходит ослабление посадки шпильки в резьбовом отверстии, что снижает надежность шпильчного соединения, выполненного этим способом);
- на конец шпильки навинчивают специальное приспособление — солдатик, которое представляет собой высокую шестигранную гайку, стопорящуюся на конце шпильки специальным винтом, диаметр которого меньше диаметра шпильки.

В тех случаях когда необходимо установить большое число шпилек, целесообразно механизировать этот процесс, используя пневматический или электрический механизированный инструмент (рис. 3.2). На шпильку навинчивают сменную гайку 1 так, чтобы шарик 2 касался ее. При ввертывании шпильки шарик 2 поднимается вверх до упора в пятю 3 и при контакте с ней начинает пробоксовывать. Шпильковерт в этом случае следует включить на реверсивное вращение. Хвостовик 4 служит для соединения инструмента с ручным механизированным инструментом.

Рис. 3.2. Инструмент для завинчивания шпилек:
1 — гайка; 2 — шарик; 3 — упорная пята; 4 — хвостовик



Шпильки можно также завинчивать на сверлильном станке, используя специальный патрон (рис. 3.3). Шпилька 1 в головке 4 зажимается специальными роликами 2, помещенными в сепараторе 3. При вращении головки 4 по часовой стрелке поверхности спиральных канавок сдвигают ролики к центру, и шпилька оказывается закрепленной с трех сторон. После того как шпильку завинтят в резьбовое отверстие детали 5, станок выключают, а головку патрона слегка поворачивают против часовой стрелки, и шпилька освобождается.

Если при сборке шпильчного соединения шпилька сломалась в резьбовом отверстии, то она может быть извлечена из него несколькими способами:

- опилованием граней на выступающей из отверстия части шпильки и извлечением ее при помощи гаечного ключа;
- использованием специального приспособления — бора или экстрактора (рис. 3.4), если сломанная часть шпильки не выступает над поверхностью детали;
- электроискровым сверлением на специальной установке;
- травлением азотной кислотой, если корпусная деталь изготовлена из алюминия или его сплавов.

Для сборки резьбовых соединений применяют ручные и механизированные инструменты. Основными ручными инструментами являются гаечные ключи и отвертки [8, с. 162—164]. Во многих случаях надежность и долговеч-

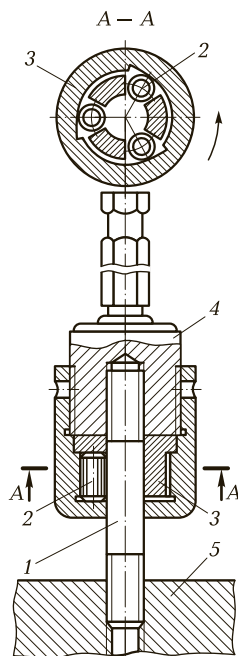


Рис. 3.3. Специальный патрон:
1 — шпилька; 2 — ролики; 3 — сепаратор; 4 — головка;
5 — деталь

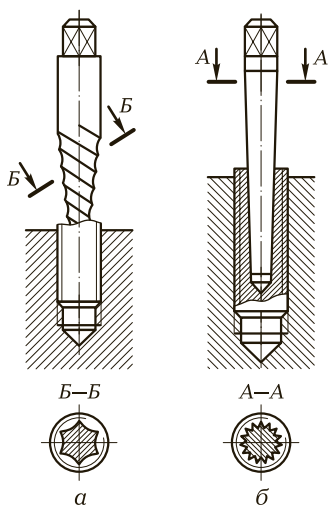


Рис. 3.4. Инструмент для извлечения сломанных шпилек:

а — бор; б — экстрактор

ность резьбового соединения зависят от правильной затяжки в процессе сборки. В этом случае устанавливают обязательные регламентированные моменты затяжки. Наиболее часто требуемое усилие затяжки регулируют, применяя специальные крепежные детали со встроенным индикатором усилия затяжки. При затяжке выступы индикаторной шайбы упираются в обычную шайбу и, расплющиваясь, заполняют зазор между ними, что обеспе-

чивает заданное усилие затяжки при заполнении зазора. Однако более часто при затяжке резьбовых соединений применяют специальные ключи с регулируемым крутящим моментом [8, с. 164].

К механизированным инструментам для сборки резьбовых соединений относятся различные гайковерты преимущественно с пневматическим или электрическим приводом. Применение этих инструментов позволяет повысить производительность труда в 2—3 раза. Срок окупаемости устройств механизированной сборки резьбовых соединений не превышает 1,5 года.

Гайковерты [8, с. 165] с ударно-импульсными муфтами обеспечивают передачу крутящего момента с помощью ударных импульсов. При работе таких гайковертов практически отсутствует реактивный момент, что позволяет применять их при сборке крупногабаритных резьбовых соединений. Для затяжки резьбовых соединений диаметром 12...16 мм применяют как электрические, так и пневматические гайковерты, которые по сравнению с электрическими имеют меньшие габаритные размеры и массу.

Для затягивания круглых гаек большого диаметра возможно применение специального приспособления (рис. 3.5), которое состоит из подвижной обоймы 3 и неподвижной траверсы 1 с закрепленными на ней двумя цилиндрами 4. Устройство устанавливают на накрученную и предварительно затянутую гайку 11 и центрируют винтами 2. Зубчатую поверхность упоров 8 устанавливают на обойме 3, подводя к гайке 11, и фиксируют винтами 10. Масло под давлением 20 МПа от насосной станции 7 подают в штоковую по-

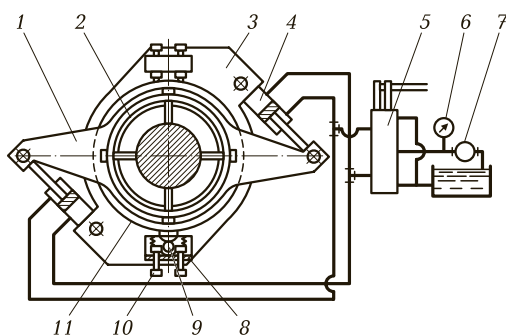


Рис. 3.5. Приспособление для затягивания круглых гаек:

1 — траверса; 2 — центрирующие винты; 3 — обойма; 4 — гидравлический цилиндр; 5 — золотниковый распределитель; 6 — манометр; 7 — насосная станция; 8 — упоры; 9 — ось упоров; 10 — фиксирующие винты; 11 — затягиваемая гайка

лость гидравлических цилиндров 4, в результате чего происходит поворот обоймы. При этом упоры 8, поворачиваясь вокруг оси 9, вращают гайку 11 в направлении, противоположном направлению вращения обоймы 3. Усилие затягивания контролируют по манометру 6, после затяжки штоки цилиндров возвращаются в исходное положение с помощью золотникового распределителя 5, при этом обойма 3 разворачивается, а упоры 8 освобождаются.

Одной из конструктивных мер борьбы с самопроизвольным отвинчиванием в процессе эксплуатации машин является стопорение резьбовых соединений. Наиболее распространены следующие методы стопорения:

- создание дополнительных сил трения путем осевого или радиального давления (контргайка, винт, самоконтрящаяся гайка);
- взаимная фиксация относительного положения болта и гайки (стопорение шплинтованием, пружинными и деформируемыми шайбами, проволокой);
- местное пластическое деформирование (обжатие, кернение).

Широкое распространение также получили методы стопорения и уплотнения резьбовых соединений с помощью анаэробных клеев. Миниатюрная капсула, наполненная специальной жидкостью, в процессе сборки резьбового соединения разрушается, а вытекающая из нее жидкость превращается в клей, обеспечивающий

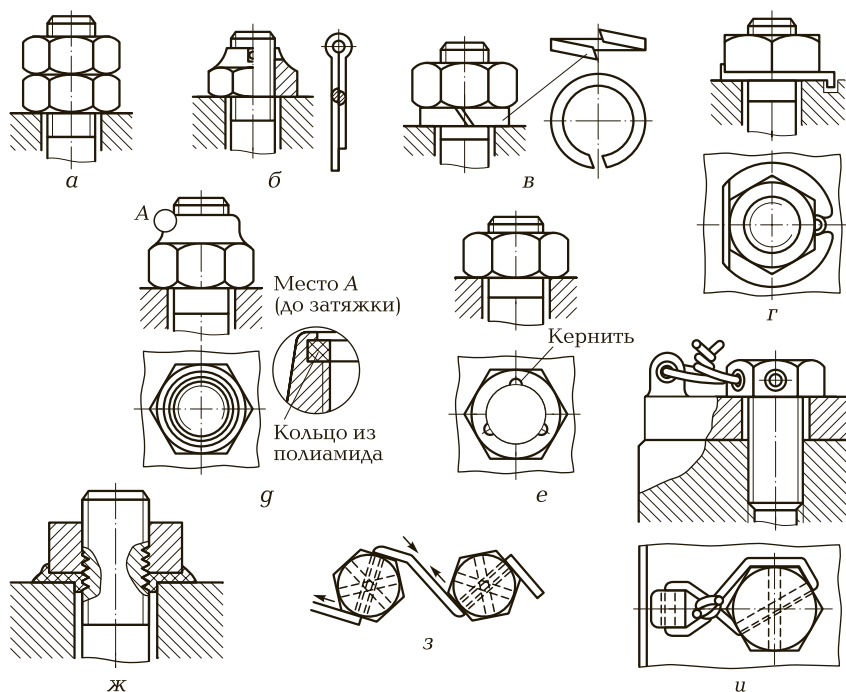


Рис. 3.6. Способы стопорения резьбовых соединений:

а — контргайкой; *б* — шплинтом; *в* — гроверной шайбой; *г* — специальной шайбой; *д* — кольцом из полиамида с последующей опрессовкой; *е* — кернением; *ж* — шайбой из полиамида; *з, и* — проволокой

прочное соединение резьбовых деталей (полимеризация клея происходит при комнатной температуре). Разборка таких соединений производится обычными методами и не вызывает разрушения деталей соединения. После разборки возможно повторное использование резьбовых деталей. Кроме того, клей обеспечивает защиту деталей соединения от коррозии.

Наиболее распространенные способы стопорения резьбовых соединений показаны на рис. 3.6, а порядок затягивания резьбовых деталей в различных по конструкции соединениях на рис. 3.7.

Особым видом резьбовых соединений являются самоформирующиеся резьбовые соединения. Эти соединения получают с помощью самоформирующихся винтов, предназначенных главным образом для соединения деталей из стального листа с корпусными деталями. Такие крепежные детали могут быть использованы без

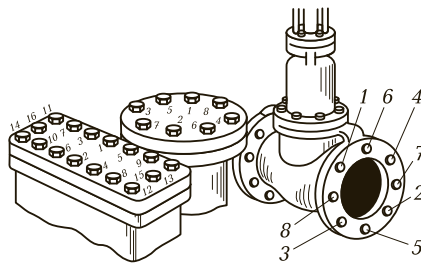


Рис. 3.7. Порядок затягивания резьбовых соединений (указан цифрами 1–16)

предварительного сверления, что позволяет избежать погрешностей из-за несоосности отверстий. Этими винтами можно сверлить сталь толщиной 0,8... 1,2 мм. Различают два вида самоформирующихся винтов: самонарезающиеся и самовыдавливающие. Самонарезающиеся винты образуют резьбу нарезанием за счет удаления излишков материала (рис. 3.8, а), они применяются для соединения деталей из хрупких материалов и изготавливаются двух типов: тип А, имеющий несколько (более двух) режущих кромок, и тип Б, имеющий одну, реже две, режущие кромки. Самовыдавливающие винты, применяемые для соединения деталей из пластичного материала, образуют резьбу без удаления слоя материала (рис. 3.8, б). Они также изготавливаются двух типов: тип А — для соединения деталей без предварительного сверления отверстия и тип Б — для соединения деталей с предварительным сверлением отверстия.

Контроль резьбовых соединений проводится в целях определения их надежности и долговечности, которые в значительной степени определяются правильностью затягивания деталей резьбового соединения в процессе сборки. В технических условиях на сборку ответственных резьбовых соединений указывают предельные значения крутящих моментов затягивания гаек и винтов, которые обычно устанавливают в зависимости от диаметра резьбы и материала деталей резьбо-

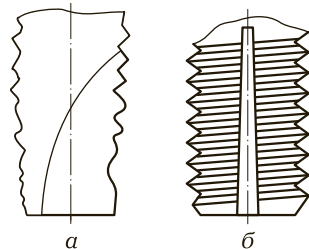


Рис. 3.8. Самоформирующиеся винты:
а — самонарезающиеся; б — самовыдавливающие

вого соединения. Контроль резьбовых соединений является важной частью технологического процесса их сборки. На практике наиболее удобный способ контроля усилия затягивания — применение предельных и динамометрических ключей.

3.2. ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ СБОРКА

Трубопроводные системы применяют в силовых установках (для подвода воды и топлива), станках и в другом технологическом оборудовании (для подвода масла к местам смазки и зажимным устройствам и охлаждающей жидкости в зону обработки), в прессовом оборудовании (для подвода жидкостей и газов к силовым цилиндрам).

Трубопровод состоит из труб, соединяемых между собой и с конструктивными элементами оборудования при помощи специальных соединительных элементов, крепежных деталей и арматуры.

В зависимости от назначения различают трубопроводы высокого, среднего и низкого давления. Для всех видов трубопроводов общим требованием является чистота проходного отверстия, полная непроницаемость, долговечность и простота обслуживания.

В зависимости от назначения трубопроводной системы используют чугунные, стальные, медные, латунные, алюминиевые и пластиковые трубы. Наиболее распространено применение стальных труб. В зависимости от способа изготовления различают цельнотянутые (бесшовные) и сварные трубы.

Для передачи охлаждающей жидкости используют, как правило, обычные водопроводные трубы. Для передачи горячей воды и пара — бесшовные трубы, для рабочих жидкостей в системах гидравлического привода — стальные цельнотянутые трубы, для подвода смазывающих масел — медные трубы.

Соединения трубопроводов могут быть неподвижными разъемными и неподвижными неразъемными (однако в некоторых случаях используют подвижные соединения элементов трубопроводов). К неподвижным разъемным соединениям относятся соединения на резьбе, выполненные с помощью специальных соединительных элементов — фитингов и фланцев (рис. 3.9, а—ж), а к неподвижным неразъемным соединениям относятся соединения, выполняемые сваркой, напрессовкой, отбортовкой и развальцовкой (рис. 3.9, з—к).

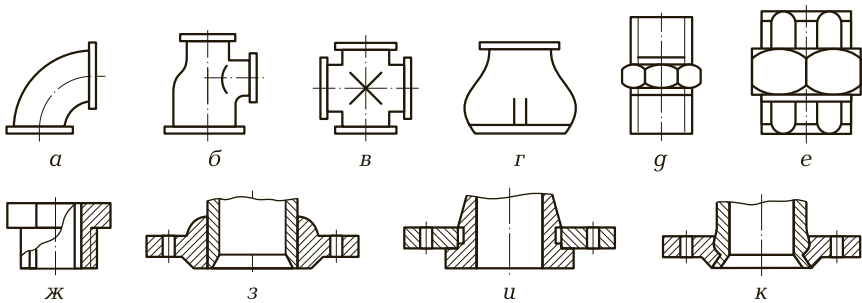


Рис. 3.9. Фитинги и фланцы трубных соединений:

а — угольник; б — тройник; в — крестовидный переходник; г — переходная муфта; д, е — контргайка; ж — футорка; з—к — соединение с фланцем соответственно напрессовкой, развальцовкой, отбортовкой

Все операции, выполняемые при сборке трубопроводных систем, могут быть подразделены на заготовительные и сборочные.

К заготовительным операциям относятся разметка, отрезка, очистка, гибка труб, отбортовка, развальцовка, сварка и сборка деталей в сборочные единицы, проверка и контроль по размерам, форме и внешнему виду, гидравлические испытания и маркировка.

Наиболее сложная операция — гибка труб [4, с. 80—82], которая может производиться как вручную, так и механическим способом с наполнителем или без него. Наиболее важным является выбор радиуса гибки, так как он оказывает существенное влияние на работу трубопровода. Радиус гибки выбирают в зависимости от диаметра трубы и толщины ее стенки.

На сборочные операции сборочные единицы поступают в подготовленном виде, т. е. соответствующей длины и с нарезанной на концах трубы резьбой. Соединительные элементы, крепежные детали и арматура, поступающие на сборку, также должны быть окончательно подготовлены и проверены для монтажа в трубопроводной системе.

При сборке необходимо обеспечить соосность соединяемых труб, а также параллельность торцов труб и соединительных фланцев. Несоблюдение этих условий является причиной возникновения нагрузок, которые могут вывести трубопровод из строя.

В зависимости от назначения трубопроводных систем различаются технологические процессы их сборки.

Сборка трубопроводных систем на фитингах. Стальные трубы, на концах которых нарезана резьба, соединяют между собой спе-

циальными соединительными элементами — фитингами, которые изготавливают стальными или из ковкого чугуна. Применение фитингов при сборке обеспечивает соединение труб под различными углами, предусматривает выполнение отведений и обеспечивает переход от одного диаметра трубы к другому.

Герметичность соединения при помощи фитингов достигается за счет смазывания резьбовой части соединяемых деталей перед сборкой свинцовым суриком или цинковыми белилами с предварительной подмоткой резьбы льняной или пеньковой пряжей.

Магистральные трубы, соединяемые при помощи прямых соединительных муфт, имеющих на наружной поверхности ребра для захвата их трубным ключом, могут иметь короткую или длинную резьбу.

При сборке труб с короткой резьбой (рис. 3.10, а) на конце трубы 2 нарезается резьба такой длины, чтобы она была на 2—3 витка меньше половины длины соединительной муфты 1. Сбег в конце резьбы при сборке заклинивает муфту, что обеспечивает плотность соединения. Соединения труб с короткой резьбой применяют только для неразъемных трубопроводов, так как после сборки такие соединения разъединить невозможно.

Сборка труб на сгоне (рис. 3.10, б) производится, если по условиям работы трубопроводную систему необходимо разбирать. В этом случае одна из труб имеет короткую резьбу, а вторая длинную. Участок трубы с длинной резьбой называют сгоном. Длину этого участка выбирают таким образом, чтобы после установки на нем соединительной муфты и гайки остался участок резьбы не менее чем с двумя нитками. Соединения на сгоне можно применять только при сборке трубопроводов с цилиндрической резьбой.

При помощи соединений на фитингах монтируют водяные, паровые и некоторые другие трубопроводы, работающие при давлении, не превышающем 16 МПа. Для соединения труб при помощи

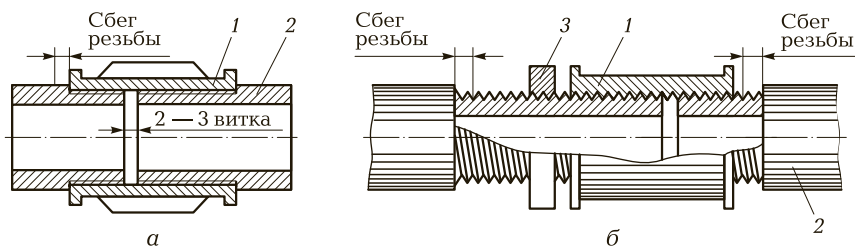


Рис. 3.10. Соединения трубопроводов на резьбе:

а — с короткой резьбой; б — на сгоне; 1 — муфта; 2 — труба; 3 — контргайка

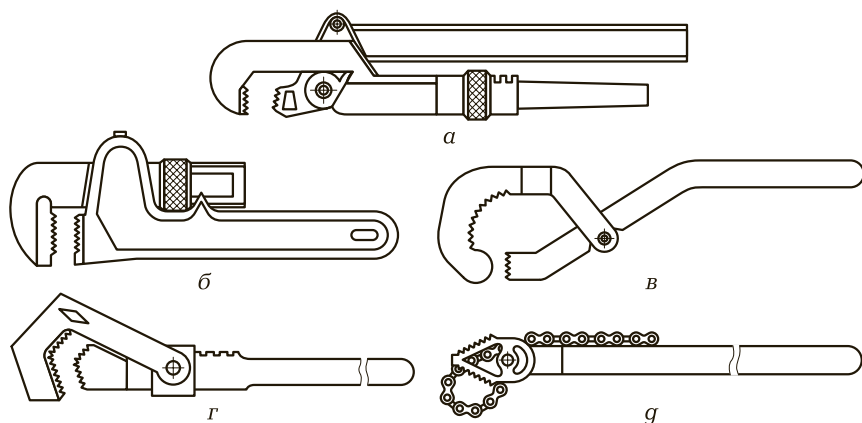


Рис. 3.11. Ключи для сборки трубопроводов:

а — рычажный; *б* — разводной; *в* — специальный; *г* — накидной; *д* — цепной

фитингов применяют трубные ключи различных конструкций (рис. 3.11, *а—г*).

Сборка трубопроводных систем на фланцах. При сборке трубных соединений на фланцах их закрепляют на трубе сваркой, на резьбе, развальцовкой или отбортовкой (см. рис. 3.9, *з—к*). При этом необходимо обеспечить соосность трубопроводов и параллельность торцевых поверхностей фланцев. В процессе сборки между фланцами устанавливают прокладки, которые обеспечивают герметичность соединения. Фланцы крепят между собой, используя болты или шпильки. Прокладки вырезают так, чтобы они по форме соответствовали фланцу. Изготавливают прокладки из уплотняющего материала и промазывают с двух сторон герметизирующим составом (олифа, белила, специальные герметизирующие пасты — герметики). Соединения затягивают гайками, контролируя при этом параллельность торцевых поверхностей фланцев при помощи щупа.

В различных конструкциях трубопроводов широко применяют плоские уплотняющие прокладки. В зависимости от назначения различают прокладки:

- мягкие эластичные из однородного материала (картон, бумага, войлок, асбест, резина, паронит, свинец);
- мягкие эластичные комбинированные (металлические с асбестовой сердцевинной, асбестопрорезиненные);
- пасты и мастики.

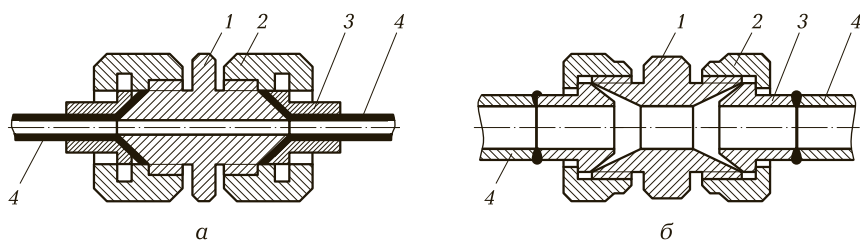


Рис. 3.12. Соединения трубопроводов развальцовкой (а) и с использованием штуцеров (б):

1 — штуцер; 2 — накидная гайка; 3 — ниппель; 4 — труба

От материала и толщины прокладки зависит надежность соединения.

Выбор того или иного прокладочного материала зависит от назначения трубопроводной системы [8, с. 172, 173].

Сборка трубопроводных систем развальцовкой. При сборке труб развальцовкой (рис. 3.12) концы развальцованных труб 4 соединяют штуцером 1 и закрепляют при помощи гайки 2 и ниппеля 3. В некоторых случаях в этих соединениях используются медные прокладки, повышающие его герметичность.

Соединение трубопроводных систем с использованием клеев. Для соединения труб в трубопроводных системах при помощи клеев применяют соединения бандажного типа, клеемеханические соединения, соединения муфтой и вращруб (рис. 3.13).

Клеевые соединения бандажного типа (рис. 3.13, а и б) выполняют путем многослойной намотки на концы стыка стальных труб ленты из стеклоткани с нанесенным на ее поверхность слоем эпоксидного клея. Фиксация взаимного положения концов стыку-

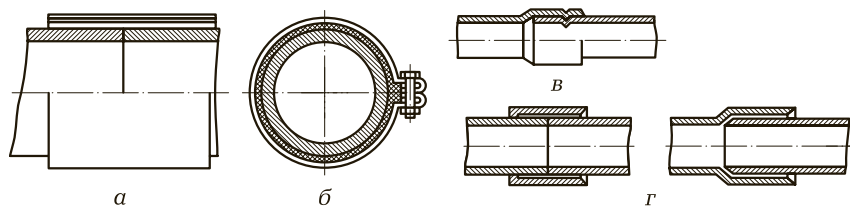


Рис. 3.13. Соединения трубопроводов с использованием клеев:

а, б — стыковое; в — клеемеханическое; г — муфтой и вращруб

емых труб обеспечивается за счет применения струбцин с призматическими поверхностями рабочей части. Зачистка труб перед склеиванием осуществляется на участках длиной не менее 0,7 диаметра трубы. Зачищенные поверхности перед склеиванием обезжиривают ацетоном или бензином. Намотка подготовленной ленты с нанесенным на нее клеевым составом на концы соединяемых труб осуществляется вручную, туго и без перекосов. Середина ленты при этом должна располагаться в месте стыка труб. Для получения необходимой прочности и герметичности соединение должно быть выдержано при температуре окружающего воздуха 5... 17 °С в течение четырех суток или при температуре 17... 25 °С в течение двух суток. Для сокращения времени выдержки и увеличения прочности клеевого соединения применяют искусственные условия, выдерживая соединение в течение трех часов при температуре 80 °С или в течение полутора часов при температуре 120 °С. Соединенные клеевым методом трубы можно перемещать только их переноской, категорически запрещается их перемещение волочением или сбрасывание с высоты.

Клеемеханическое соединение трубопроводов (рис. 3.13, в) выполняют, нанося клей на наружную поверхность конца трубы и внутреннюю поверхность раструба или муфты. После нанесения клея конец трубы вводится в раструб или в муфту и обжимается по периметру. После обжатия соединение выдерживается до полимеризации клея. Длина участка трубы, входящего в раструб или в муфту, должна составлять не менее 1,2 ее диаметра.

Соединения труб муфтой и в раструб (рис. 3.13, г) отличаются от клеємеханических тем, что обжатие муфты или раструба не выполняется.

Сборка винипластовых трубопроводов. Сборка таких трубопроводов производится при помощи раструбов привариваемыми или резьбовыми муфтами, а также при помощи фланцев, закрепляемых сваркой или отбортовкой.

Соединения винипластовых труб при помощи раструбов могут быть неподвижными, выполняемыми при помощи сварки и клеев, или подвижными, выполненными с использованием резиновых колец. Подвижные соединения трубопроводов, выполненных из винипластовых труб, используют в целях компенсации температурного изменения длины трубопровода. Раструбные соединения для винипластовых труб выпускаются диаметром 8... 150 мм.

Соединение винипластовых труб сваркой встык не получило широкого распространения, так как прочность сварного шва для винипласта составляет всего 65... 80 % от прочности самого мате-

риала, что приводит при выполнении сварных соединений к появлению слабых (непрочных) мест в системе трубопровода. Изготовление раструбов и оттягивание бортов трубы из винипласта производится с предварительным нагревом. Нагрев осуществляют в ванне, наполненной глицерином или минеральным маслом, при температуре 150...170 °С. После нагрева трубу закрепляют в тисках, а в ее нагретую часть вводят стальную оправку соответствующего диаметра и формы, разогретую до температуры 100...120 °С. Образующийся раструб охлаждают и после этого извлекают оправку из трубы. Длина раструба зависит от диаметра трубы.

Для склеивания винипластовых трубопроводов используют 20%-ный раствор перхлорвинилового смолы в ацетоне или раствор дихлорэтана.

Сборка полиэтиленовых труб производится при помощи раструбов, муфт, металлических гаек сваркой или склеиванием. Прочность швов при стыковой сварке всего на 10 % ниже прочности основного материала, что не приводит к существенному снижению прочности такого соединения.

Полиэтиленовые трубы склеивают после их обработки хромовой кислотой, что позволяет изменить полярность полиэтилена, в результате чего он приобретает способность склеиваться обычными клеями.

Для защиты от коррозии деталей, находящихся в контакте с полиэтиленом, нельзя использовать масляные краски и битумные лаки.

Трубопроводы после сборки испытывают на прочность и герметичность. При испытании трубопровод наполняют водой и отмечают те места, в которых наблюдается утечка жидкости. Затем воду выпускают и уплотняют отмеченные места. При гидравлических испытаниях трубопровода проверяют прочность всех его элементов и герметичность соединений под давлением, предусмотренным техническими условиями на сборку.

3.3. ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА

Шпоночные соединения образуются шпонкой — металлическим стержнем, находящимся одновременно в пазах вала и устанавливаемой на него детали (ступицы). Шпонки служат для передачи крутящего момента от вала к ступице или, наоборот, от ступицы к валу. Кроме того, шпонки обеспечивают фиксацию ступицы на валу в осевом положении. По условиям эксплуатации шпоноч-

ные соединения подразделяются на напряженные и ненапряженные. Напряженными называют соединения, в которых при отсутствии внешних сил и моментов постоянно действуют внутренние силы упругости, возникающие в результате предварительного зажатия.

В зависимости от конструкции различают шпоночные соединения с призматическими, сегментными, направляющими, скользящими и клиновыми шпонками [8, с. 165—167], каждое из которых имеет свои достоинства и недостатки.

Призматические шпонки имеют прямоугольное сечение, противоположные грани у них параллельны. Работают эти шпонки боковыми сторонами. Призматические шпонки изготавливаются в двух исполнениях: с закругленными и плоскими торцами. Соединение шпонки с валом неподвижное напряженное. В паз ступицы шпонка входит с зазором.

Сегментные шпонки подобно призматическим работают боковыми гранями. При необходимости по длине вала могут устанавливаться две, а иногда и три шпонки. К достоинствам сегментных шпонок относится простота изготовления как самих шпонок, так и пазов под них, к недостаткам — необходимость изготовления глубоких пазов в валах, что снижает прочность последних. В связи с этим сегментные шпонки применяют только для передачи сравнительно небольших моментов.

Направляющие шпонки применяют в тех случаях, когда ступица должна иметь возможность перемещаться вдоль вала. Такие шпонки крепят к валу при помощи винтов. Для крепления шпонки к валу в ней выполняют два отверстия, имеющих углубления под головки винтов. Еще одно отверстие выполняется в шпонке для подвода смазки. Соединение шпонки с пазом вала неподвижное плотное, а с пазом ступицы — свободное с зазором.

Скользящие шпонки применяют вместо направляющих в тех случаях, когда требуется значительное перемещение ступицы вдоль вала. Шпонка имеет цапфу, которая входит в отверстие, выполненное в ступице, перемещаемой вдоль вала. При изменении положения ступицы на валу шпонка перемещается вместе со ступицей по пазу вала.

Клиновые шпонки в совокупности с валом и ступицей образуют напряженное соединение. Они представляют собой клин прямоугольного сечения с уклоном 1:100. Работают такие шпонки широкими гранями и обеспечивают неподвижное крепление детали на валу. Клиновые шпонки плохо центрируются, поэтому применяются только для ответственных тихоходных передач.

При сборке шпоночного соединения большое значение имеет строгое соблюдение посадок в соединении шпонки с валом и ступицей. Одной из основных причин неправильного распределения нагрузки и смятия шпонки является увеличение зазора в соединении. К смятию может также привести неправильное расположение паза на валу, нередко наблюдается и перекося осей пазов относительно оси вала, что значительно затрудняет сборку шпоночного соединения и вызывает перекося охватываемой детали на валу.

Входной контроль шпоночных пазов. Прежде чем приступить к сборке шпоночных соединений, особенно ответственных, необходимо произвести контроль размеров шпоночного паза на валу и его расположения относительно оси вала.

Контроль глубины паза (рис. 3.14, а) осуществляется при помощи шаблона и шупа.

Проверку положения боковых сторон шпоночного паза относительно его оси осуществляют при помощи клиновых плиток

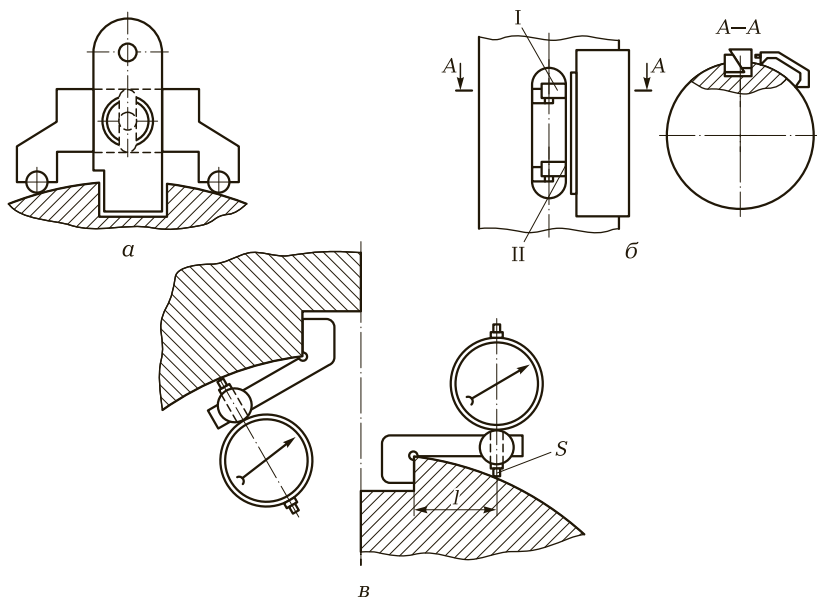


Рис. 3.14. Схемы контроля ответственных соединений со шпонками: а — глубины шпоночного паза; б — положения стенок паза относительно его оси; в — перекося паза относительно его оси; I, II — точки установки измерительных призм; S — измерительная ножка индикатора; l — расстояние от боковой поверхности шпоночного паза до точки контакта измерительной ножки индикатора с поверхностью вала

(рис. 3.14, б), которые укладывают в паз, а затем щупом контролируют зазоры в точках I и II. При отсутствии перекоса боковых стенок паза зазор должен быть одинаковым.

Отклонение от параллельности стенок шпоночного паза относительно оси вала может быть определен индикаторным прибором (рис. 3.14, в). При отсутствии отклонения от параллельности показания индикатора на одном и другом конце паза должны быть одинаковы.

Сборка шпоночного соединения. Сборку шпоночного соединения начинают с пригонки шпонки по пазу вала, предварительно притупив острые кромки пазов и шпонок. После пригонки шпонку устанавливают в пазу вала, обеспечивая указанную на чертеже посадку. Поскольку, в большинстве случаев, шпонка устанавливается в пазу вала по посадке с натягом, то для ее установки следует использовать медный молоток, струбцину или пресс.

При установке направляющих шпонок следует, используя отверстия под винты, выполненные в шпонке, в качестве кондуктора просверлить отверстия в пазу вала и нарезать в них резьбу для крепежных винтов и после этого закрепить шпонку в пазу вала.

После установки шпонки в паз вала необходимо проверить высоту выступающей части при помощи микрометрической головки и мостика (рис. 3.15, а). В тех случаях когда на валу устанавливают несколько шпонок, их взаимное положение проверяют так, как это показано на рис. 3.15, б). На шпонки устанавливают приспособ-

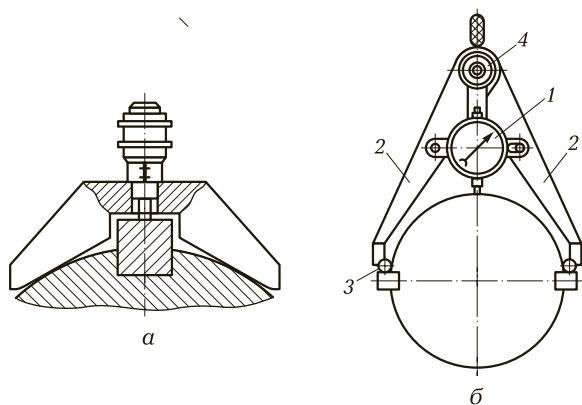


Рис. 3.15. Схемы контроля положения шпонок на валу:

а — высоты выступающей части; б — взаимного расположения шпонок на валу; 1 — индикатор; 2 — раздвижные ножки; 3 — цилиндрический валик; 4 — винт

Таблица 3.1. Типичные дефекты при выполнении пригоночных работ

Дефект	Причина	Способ предупреждения или исправления
Ступица устанавливается на вал слишком туго	Мала ширина паза ступицы или его глубина	Пригнать более точно паз по шпонке
Для установки шпонки в паз вала требуется слишком большое усилие	Плохо пригнана шпонка	Повторить пригонку шпонки по пазу вала
Шпонка не удерживается на валу	Снят слишком большой слой материала с поверхности шпонки	Заменить шпонку и вновь пригнать ее по пазу вала

ление с раздвижными ножками 2, снабженными цилиндрическими валиками 3, и фиксируют положение ножек винтом 4. По показаниям индикатора часового типа 1 при перемещении приспособления вдоль оси вала по поверхностям шпонок определяют взаимное положение последних (при перемещении приспособления показания индикатора не должны изменяться, т. е. стрелка отсчетного устройства должна оставаться неподвижной).

Сборка соединений со скользящими шпонками начинается с пригонки шпонки по пазу ступицы и ее установки в этом пазу, после чего осуществляется пригонка паза вала по шпонке. После сборки при перемещении ступицы не должно наблюдаться ее качания относительно вала.

В процессе выполнения пригоночных работ при сборке шпоночных соединений могут появиться различные дефекты, причины появления которых и способы предупреждения приведены в табл. 3.1.

3.4. ШЛИЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА

Для соединения ступицы с валом вместо шпонок часто используют выступы на валу, входящие в соответствующие пазы в ступице. Такие выступы и пазы называют шлицами, а соединение — шлицевым. По сравнению со шпоночными соединениями шлицевые соединения обладают рядом преимуществ:

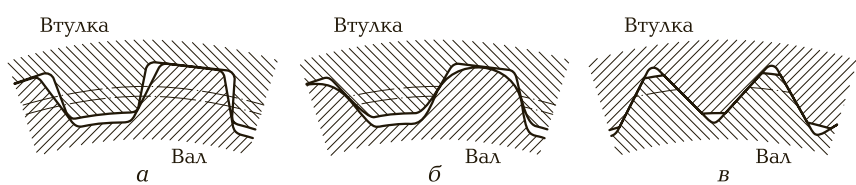


Рис. 3.16. Типы шлицевых соединений:
 а — прямобочные; б — эвольвентные; в — треугольные

- обеспечивают передачу больших крутящих моментов благодаря значительной поверхности контакта соединяемых деталей и равномерному распределению давления по этой поверхности;
- более точно центрируют ступицу на валу;
- обеспечивают лучшее направление при перемещении ступицы по валу;
- обеспечивают бóльшую прочность вала при одном и том же наружном диаметре.

Типы шлицевых соединений. В зависимости от профиля зубьев различают шлицевые соединения с прямобочными (рис. 3.16, а), эвольвентными (рис. 3.16, б) и треугольными (рис. 3.16, в) шлицами.

Прямобочные шлицевые соединения получили наиболее широкое распространение. Соосность вала и втулки (центрирование) в этом соединении осуществляется по наружному и внутреннему диаметрам и по боковым граням. Каждый из этих методов центрирования имеет свои достоинства и недостатки.

При центрировании по наружному диаметру (рис. 3.17, а) посадочными поверхностями являются наружная и боковые поверх-

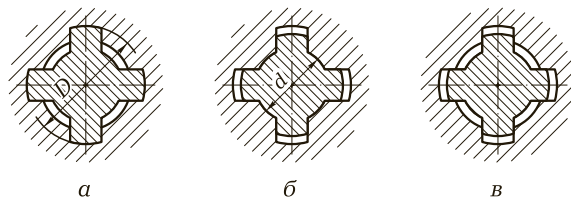


Рис. 3.17. Способы центрирования шлицевых соединений по наружному (а) и внутреннему (б) диаметрам и по боковым граням (в):
 D — наружный диаметр шлицов; d — внутренний диаметр шлицов

ности шлицов, по внутреннему диаметру шлицов имеется зазор. Вал по наружному диаметру шлифуется, пазы во втулках протягиваются. Применяют этот метод центрирования в тех случаях, когда наружная деталь не обрабатывается термически.

При центрировании по внутреннему диаметру (рис. 3.17, б) посадочные поверхности — внутренняя цилиндрическая и боковые поверхности шлицов, по наружному диаметру шлицов имеется зазор. У вала шлифуется впадина и боковые поверхности шлицов. У охватываемой детали шлифуют внутренний диаметр. Применяют для соединений, детали которых подвергаются термической обработке.

При центрировании по боковым граням (рис. 3.17, в) зазоры имеются по наружному и внутреннему диаметрам шлицов. Применяют при большом количестве шлицов в тяжело нагруженных соединениях. Центрирование деталей в соединении хуже, чем в предыдущих случаях.

Эвольвентное шлицевое соединение применяют с центрированием по боковым поверхностям шлицов и наружному диаметру. К преимуществам эвольвентного шлицевого соединения по сравнению с прямобочными соединениями относятся более высокая прочность шлицов и их более простое и дешевое изготовление. Однако, в связи с тем что протяжки для обработки шлицевых отверстий в ступице дороги, эти соединения имеют ограниченное применение.

Треугольное шлицевое соединение используется для передачи небольших крутящих моментов, его центрируют только по боковым поверхностям шлицов.

Входной контроль деталей шлицевого соединения. Перед сборкой детали шлицевого соединения подвергают контролю: проверяют визуально детали шлицевого соединения на наличие задиров, дробления или заусенцев; определяют соответствие параметров шлицов и пазов под них требованиям технических условий, используя инструментальные методы контроля.

Положение шлицов и пазов относительно центрирующего диаметра (рис. 3.18, а) проверяют, вводя измерительную ножку индикатора 2 в контакт с боковой поверхностью шлица вала 1, установленного в центрах (стрелку отсчетного устройства индикатора устанавливают в нулевое положение). Затем вал поворачивают на 180° , а измерительную ножку индикатора приводят в соприкосновение с боковой поверхностью шлица, расположенного на противоположной первому шлицу стороне вала. По разности показаний отсчетного устройства индикатора определяют величину смеще-

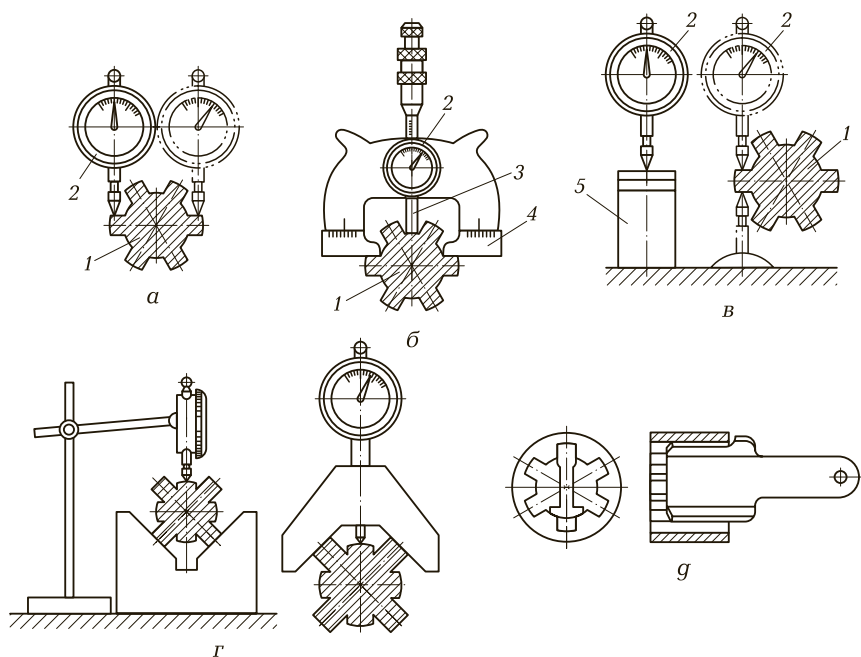


Рис. 3.18. Схемы контроля шлицевых соединений:

a — измерение смещения оси шлицов в центрах индикатором; *б* — измерение смещения оси шлицов специальным приспособлением; *в* — наиболее точное измерение оси смещения шлицов; *г* — контроль эксцентricности диаметра вала; *д* — контроль эксцентricности диаметра отверстия; 1 — шлицевой вал; 2 — индикатор; 3 — измерительный наконечник; 4 — измерительный прибор; 5 — блок концевых мер длины

ния оси шлица относительно оси центрирующего диаметра. При этом методе измерения не учитывается отклонение толщины шлица, шага и профиля от номинальных значений.

Определить смещение оси шлица относительно центрирующего диаметра можно, используя специальное приспособление 4 (рис. 3.18, б), которое устанавливают опорными поверхностями на боковые поверхности шлицов, а измерительным наконечником 3 на центрирующий диаметр. В процессе измерения вал, закрепленный в центрах, поворачивают и отсчетное устройство индикатора 2 показывает величину отклонения проверяемого параметра.

Наиболее точно определить величину смещения оси шлица относительно центрирующего диаметра можно по схеме, показанной на рис. 3.18, в. При использовании этой схемы измерения шлицевой вал 1 устанавливают в центрах делительной головки.

Индикатор 2 предварительно настраивают на номинальный размер при помощи блока концевых мер длины 5. Затем устанавливают деталь по индикатору так, чтобы боковая поверхность шлица была параллельна плоскости плиты, после этого индикатор переносят на другую сторону, а деталь поворачивают на 180° . Полуразность показаний будет равна величине смещения оси шлица относительно оси вала.

Эксцентricность диаметров шлицевых деталей определяют так, как это показано на схеме, приведенной на рис. 3.18, г, а шлицевых отверстий — специальным шаблоном (рис. 3.18, г).

Сборка шлицевых соединений. Шлицевые соединения, в которых сопряжение деталей осуществляется посадками с натягом или переходными посадками, собирают с использованием специальных оправок и приспособлений для напрессовки охватывающей детали на вал. Наиболее рациональным при этом является использование прессы.

Сборка шлицевого соединения ударным методом, т.е. при помощи молотка, не допускается, так как может привести к перекосу охватывающей детали на валу вследствие неравномерности нанесения ударов.

Если посадка охватывающей детали на вал осуществляется со значительными натягами, то рекомендуется эту деталь нагреть до температуры $80 \dots 120^\circ\text{C}$ (например, в масляной ванне).

После установки охватывающей детали на валу рекомендуется проверить ее осевое и радиальное биение. С этой целью вал с охватывающей деталью закрепляют в центрах, а величину биения определяют при помощи индикатора часового типа, установленного на стойке.

Подвижные шлицевые соединения проверяют на легкость перемещения охватывающей детали относительно вала и наличие качки этой детали на валу. Если соединение собрано правильно, то охватывающая деталь перемещается вдоль вала легко, плавно, без заедания.

3.5. КЛИНОВЫЕ И ШТИФТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА

Клиновые соединения и их сборка. Клиновое соединение (рис. 3.19) состоит из стержня, втулки и клина. Соединяющей деталью является клин, который вставляется в сквозные прорезы вала и втулки.

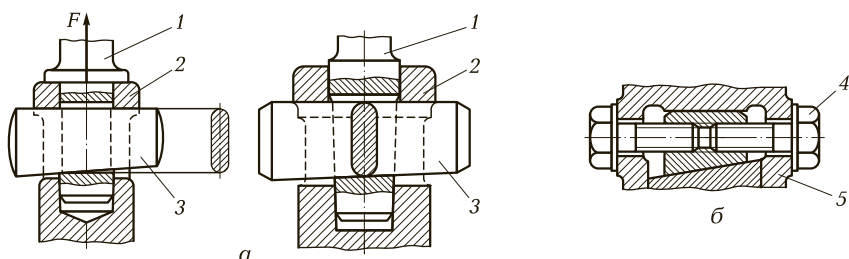


Рис. 3.19. Клиновые соединения:

а — силовые; *б* — установочные; 1 — стержень; 2 — втулка; 3 — клин; 4 — винт; 5 — корпус; *F* — усилие предварительного натяга

В зависимости от назначения различают силовые (рис. 3.19, *а*) и установочные (рис. 3.19, *б*) клиновые соединения. В силовых соединениях клинья служат для прочного соединения деталей машин и механизмов, а в установочных они предназначены для установки деталей в нужном положении и регулирования этого положения. В силовых соединениях клин устанавливается на место, забивая его или затягивая с помощью винта.

В зависимости от способа сборки различают напряженные и ненапряженные клиновые соединения, но чаще применяют первые, так как в клиновых соединениях, в большинстве случаев, действуют знакопеременные нагрузки. Предварительный натяг в напряженных клиновых соединениях достигается или за счет заплечиков на стержне 1, или за счет посадки хвостовика во втулке 2 на конусе (см. рис. 3.19, *а*). Клин 3 удерживается в основном за счет сил трения. Для надежного удерживания клина в силовых соединениях его уклон должен быть сравнительно небольшим (1:100, 1:40 или 1:30).

Штифтовые соединения. Штифтовое соединение (рис. 3.20) — разновидность клинового соединения. Крепежной деталью в нем является штифт, представляющий собой конический или цилиндрический стержень с гладкими поверхностями (рис. 3.20, *а*), на которых иногда выполняются выточки, канавки или отверстия. Штифты служат для передачи небольших крутящих моментов, а также для обеспечения точного взаимного расположения соединяемых между собой деталей. Конические штифты имеют конусность 1:50 и могут использоваться многократно.

Цилиндрические штифты удерживаются в отверстии за счет натяга, поэтому при многократном использовании нарушается плотность их посадки и точность установки.

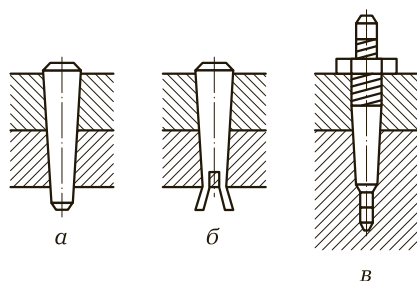


Рис. 3.20. Штифтовые соединения:

а — гладким штифтом; *б* — разводным штифтом; *в* — штифтом с резьбой

Для повышения надежности установки применяют разводные (рис. 3.20, *б*) и резьбовые (рис. 3.20, *в*) штифты.

Недостатком штифтовых соединений является то, что отверстия в валу и во втулке необходимо сверлить и развертывать одновременно, так как при раздельном сверлении они, как правило, не совпадают.

Считается, что нормальный натяг в штифтовом соединении может быть получен, если штифт, вставляемый в отверстие вручную без применения каких-либо инструментов, входит в него на 70...75 % длины. Устанавливают штифты с помощью молотка, используя оправку, или на прессе. Для того чтобы при разборке штифт можно было легко удалить, его тонкая часть должна несколько выступать над поверхностью сопрягаемых деталей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему резьбовые соединения сначала затягивают предварительно и только потом окончательно?
2. Почему торцевые поверхности шайб должны быть параллельны между собой?
3. В чем состоят особенности применения самоформирующихся резьбовых соединений?
4. Почему при сборке трубопроводных систем необходимо промазать место соединения различными составами?
5. Какие типы соединительных элементов применяют в трубопроводных системах?
6. При сборке каких трубопроводных систем применяют фитинги?
7. Какими способами можно присоединить к трубе фланец при сборке трубопроводной системы?

8. Как выбрать толщину уплотняющей прокладки при сборке трубопроводных систем на фланцах?
9. Какие способы соединения используют при сборке трубопроводных систем с винипластовыми и полиэтиленовыми трубами?
10. Как контролируют правильность расположения шпоночного паза на валу?
11. В какой последовательности осуществляются пригоночные работы при сборке шпоночных соединений?
12. Какие методы центрирования вала и ступицы применяют при сборке шлицевых соединений?
13. Какие параметры деталей шлицевого соединения подлежат контролю перед сборкой и какими методами этот контроль осуществляется?
14. Как классифицируют клиновые соединения?
15. С какой целью применяют разводные и резьбовые штифты?

МЕХАНИЗМЫ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ И ИХ СБОРКА

4.1. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ И СБОРКА СОСТАВНЫХ ВАЛОВ

Весьма часто в конструкциях машин и механизмов встречаются составные валы, т. е. валы, состоящие из двух, трех и более частей. В зависимости от конструкции механизма и требований, предъявляемых к точности взаимного расположения валов, применяют различные виды соединительных устройств — муфт. Основное назначение этих соединительных устройств — передача вращательного движения и крутящего момента без изменения его направления и величины.

Если в процессе работы валы должны быть постоянно соединены, то применяют жесткие и подвижные соединительные муфты, а если необходимо разъединение валов — то сцепные; для предохранения механизмов от перегрузок применяют предохранительные муфты. Для передачи движения в одном направлении широко применяют обгонные муфты, которые обеспечивают прекращение передачи вращательного движения при изменении его направления.

Конструкция жестких соединительных муфт. Жесткие соединительные муфты различных конструкций (неподвижные глухие, втулочные, продольно- и поперечно-свертные) обеспечивают соединение валов с отклонением от соосности не более 0,05 мм.

Неподвижные глухие муфты (рис. 4.1, а) применяют в приводах, работающих с переменной скоростью или в режиме частого пуска.

Втулочные муфты служат для соединения соосных валов при передаче крутящих моментов до 12 500 Н·м. Эти муфты могут быть соединены с валом при помощи штифтов (рис. 4.1, б); призматических (рис. 4.1, в) и сегментных (рис. 4.1, г) шпонок и шлицов (рис. 4.1, г).

Продольно-свертные муфты (рис. 4.1, е) применяют при соединении гладких валов при передаче крутящих моментов до

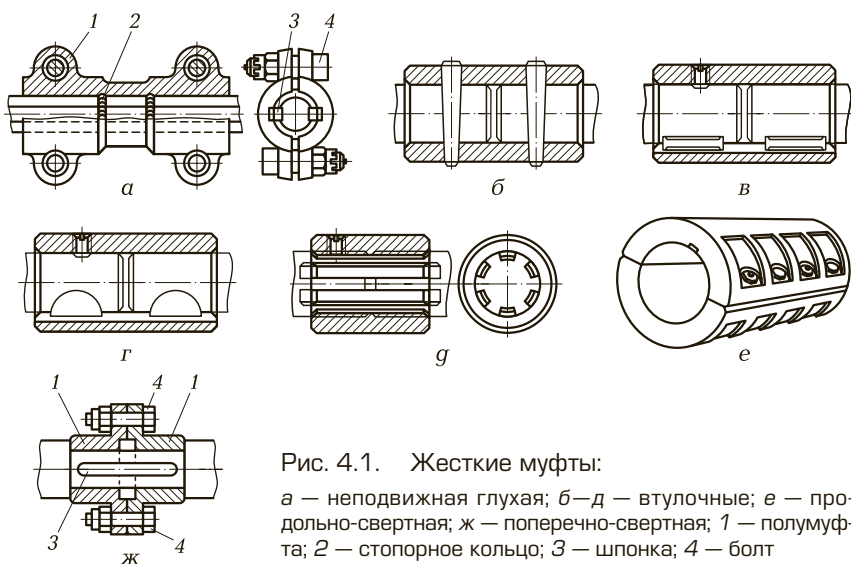


Рис. 4.1. Жесткие муфты:

а — неподвижная глухая; *б–д* — втулочные; *е* — продольно-свертная; *ж* — поперечно-свертная; 1 — полумуфта; 2 — стопорное кольцо; 3 — шпонка; 4 — болт

12 500 Н·м. Муфта состоит из двух полумуфт с плоскостью разъема параллельной оси вала, соединение осуществляется при помощи болтов.

Поперечно-свертные муфты (рис. 4.1, ж) применяют для соединения валов диаметром до 250 мм при передаваемом крутящем моменте до 40 000 Н·м. Муфта состоит из двух полумуфт с плоскостью разъема, перпендикулярной оси вала, соединяемых между собой болтами.

Сборка жестких соединительных муфт. Сборка жестких соединительных муфт начинается с контроля взаимного расположения соединяемых валов и размеров посадочных мест на валах и муфтах. После контроля соединяемых валов на них устанавливают соединительные муфты, фиксируя положение последних за счет штифтовых, шпоночных и шлицевых соединений, применяя в случае необходимости стопорные винты (для шпоночных и шлицевых соединений). При установке свертных муфт (продольных и поперечных) их положение на валах фиксируется при помощи соединения полумуфт болтами.

Конструкция подвижных соединительных муфт. Подвижные соединительные (компенсирующие) муфты применяют в тех случаях, когда необходима компенсация незначительного отклонения соединяемых валов от соосности. В зависимости от величины допускаемого отклонения соединяемых валов от соосности приме-

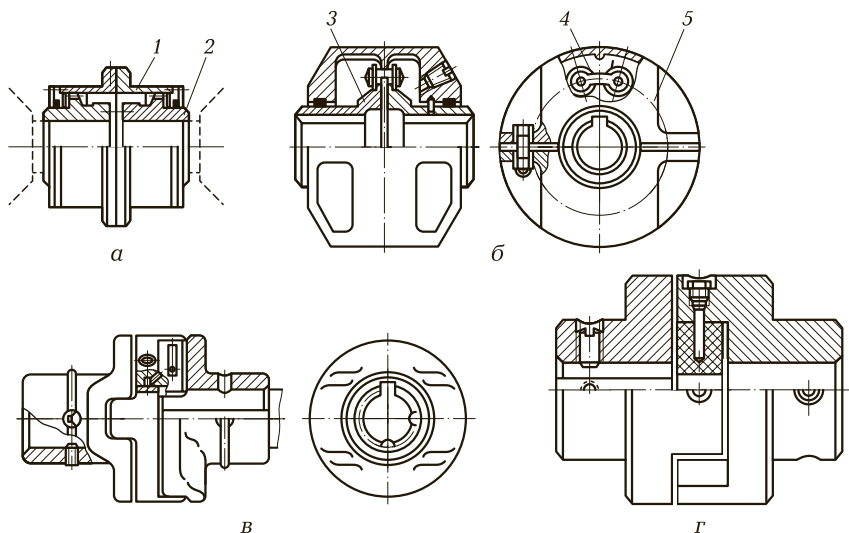


Рис. 4.2. Компенсирующие муфты:

а — зубчатая; *б* — цепная; *в* — крестовая кулачково-дисковая; *г* — крестовая со скользящим вкладышем; 1 — обойма; 2 — полумуфта; 3 — звездочка; 4 — охватывающая цепь; 5 — кожух

няют подвижные соединительные муфты различной конструкции: зубчатые, цепные и крестовые.

Зубчатые муфты (рис. 4.2, *а*) состоят из двух полумуфт 2 с наружными зубьями, которые устанавливаются на валах, фиксируя их положения при помощи шпоночного соединения. Зубья полумуфт находятся в зацеплении с внутренними зубьями двух обойм 1, которые соединяются между собой болтами. Компенсирующая способность зубчатых муфт определяется углом перегиба оси каждой полумуфты относительно обоймы и расстоянием между осями зубчатых венцов. Допускаемое смещение осей валов при соединении зубчатыми муфтами приведено в табл. 4.1.

Цепные муфты (рис. 4.2, *б*) состоят из двух звездочек 3, которые устанавливают на соединяемые валы при помощи шпонок, охватывающей цепи 4 и кожуха 5. Применяют эти муфты для соединения валов диаметром 20...140 мм при передаче крутящих моментов до 8 000 Н·м. Допускаемое смещение валов при соединении этими муфтами: радиальное — 0,15...0,70 мм; угловое — 1°. К недостаткам цепных муфт следует отнести наличие угловых зазоров и мертвого хода, в результате чего они не могут применять-

Таблица 4.1. Допускаемые смещения осей валов при соединении зубчатыми муфтами

Диаметр вала, мм	Радиальное смещение, мм	Угловое смещение, рад	Диаметр вала, мм	Радиальное смещение, мм	Угловое смещение, рад
40	0,4	0,0004	220	2,1	0,0021
50	0,6	0,0006	250	2,6	0,0026
60	0,8	0,0008	280	2,7	0,0027
75	1,0	0,0010	320	2,9	0,0029
90	1,2	0,0012	360	3,4	0,0034
105	1,3	0,0013	400	3,7	0,0037
120	1,5	0,0015	450	4,1	0,0041
140	1,6	0,0016	500	4,6	0,0046
160	1,7	0,0017	560	4,7	0,0047
180	1,9	0,0019			

ся в реверсивных передачах, а также при больших динамических нагрузках.

Крестовые муфты допускают осевые, радиальные и угловые смещения соединяемых валов. Наибольшее распространение получили кулачково-дисковые крестовые муфты и крестовые муфты со скользящим вкладышем.

Крестовые кулачково-дисковые муфты (рис. 4.2, в) предназначены для соединения валов диаметром 16...150 мм при передаче крутящих моментов до 16 000 Н·м. Эти муфты допускают угловое смещение валов до 0,5° и радиальное — 0,6...3,6 мм в зависимости от диаметра вала. Муфта состоит из трех частей: двух полумуфт, установленных на валах, и расположенного между ними промежуточного диска. Рабочие поверхности полумуфт и диска термически обработаны до твердости 46...50 HRC на глубину 2...3 мм. К достоинствам кулачковых муфт следует отнести способность компенсировать радиальное биение величиной до 0,04 диаметра вала. Недостатками этих муфт являются неудовлетворительная работа даже при незначительных угловых смещениях; повышенное изнашивание рабочих поверхностей; значительные потери на трение, что приводит к необходимости применения смазки.

Крестовые муфты со скользящим вкладышем (рис. 4.2, г) предназначены для соединения валов диаметром 15...150 мм. Муфты допускают радиальное смещение осей соединяемых валов в пределах 0,4...2 мм и их перекос до 40'.

Сборка подвижных соединительных муфт. Сборку подвижных соединительных муфт начинают с контроля деталей соединения. При выполнении контрольных операций проверяют соответствие отклонения соединяемых валов требованиям технических условий, а также формы и размеров посадочных мест валов и полумуфт требованиям чертежа. После этого оценивают визуально состояние соединительных элементов (зубьев обойм, полумуфт и звездочек, цепи, диска и вкладыша). Затем устанавливают на валах полумуфты, используя, как правило, призматические шпонки и соединительные элементы, обеспечивающие передачу вращательного движения от одной полумуфты к другой. Положение полумуфт на валах фиксируют стопорными винтами. Заключительным этапом сборки подвижных соединительных муфт является их проверка на радиальное биение.

Конструкция и сборка упругих соединительных муфт. Упругие муфты применяют для уменьшения динамических нагрузок и предохранения соединяемых валов от резонансных колебаний. Эти муфты позволяют также компенсировать неточность взаимного положения соединяемых валов. К этому типу муфт относятся муфты втулочно-пальцевые; со звездочкой; с торообразной оболочкой; со змеевидной пружиной.

Упругие втулочно-пальцевые муфты (рис. 4.3, а) обеспечивают соединение валов диаметром 9...160 мм, передающих крутящий момент до 16 000 Н·м. Муфта состоит из двух полумуфт, в одной из которых установлены упругие кольца. Соединяют полумуфты при помощи соединительных пальцев.

Сборку таких муфт начинают с контроля комплектующих деталей, проверяя размеры и форму посадочных мест на валах и полумуфтах 1 и 2 на соответствие требованиям чертежа. После этого в полумуфте 1 (с выточкой) сверлят и разворачивают отверстия под соединительные пальцы 3. Затем соединяют полумуфты при помощи трубочин, ориентируя их взаимное положение по наружному диаметру.

Используя просверленные в полумуфте 1 отверстия в качестве кондуктора, сверлят отверстия в полумуфте 2. Далее следует удалить трубочины и рассверлить отверстия под упругие кольца в полумуфте 2. Закончив подготовительные операции приступают непосредственно к сборке пальцевой муфты. Полумуфты устанав-

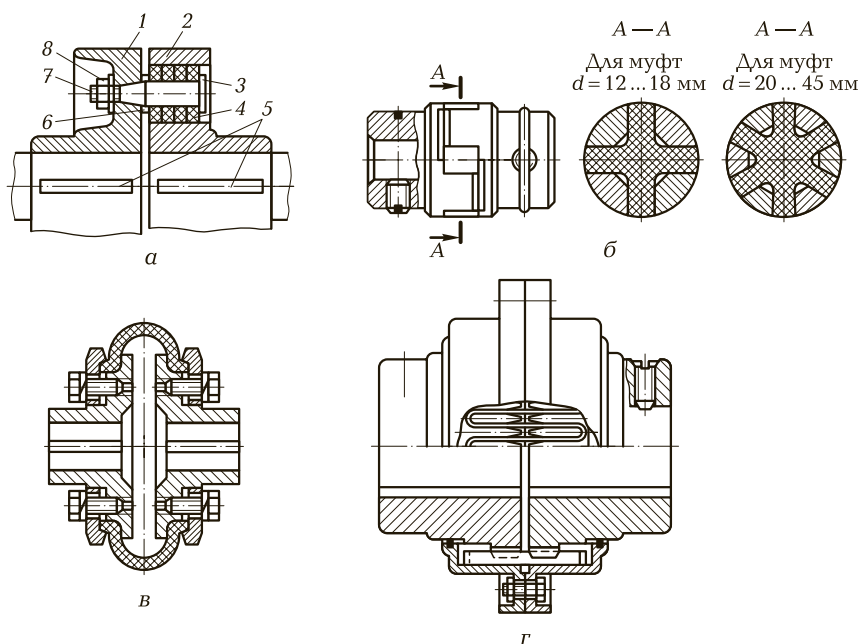


Рис. 4.3. Упругие муфты:

а — втулочно-пальцевая; *б* — со звездочкой; *в* — с торообразной оболочкой; *г* — со змеевидной пружиной; 1, 2 — полумуфты; 3 — соединительные пальцы; 4 — упругие кольца; 5 — шпонка; 6 — компенсационное кольцо; 7 — резьбовой конец установочного пальца; 8 — гайка

ливают на соединяемые валы, используя призматические шпонки. Затем на соединительные пальцы 3 устанавливают упругие кольца 4 и компенсационное кольцо 6 и вводят их в подготовленные отверстия в полумуфтах 1 и 2. На резьбовые концы 7 соединительных пальцев устанавливают шайбы и наворачивают гайки 8, затягивая их и производя стопорение от возможного самопроизвольного отвинчивания. Заключительным этапом сборочной операции является проверка собранной муфты на радиальное и осевое биение.

Упругие муфты со звездочкой (рис. 4.3, б) состоят из двух полумуфт с торцевыми кулачками трапецеидального сечения и резиновой звездочки, устанавливаемой между ними. Такие муфты допускают максимальное радиальное смещение валов в пределах 0,1...0,4 мм и угловое — 1...1,5°.

Сборку этих муфт также начинают с контроля посадочных мест и установки полумуфт на валах с использованием шпоночного со-

единения. После чего устанавливают звездочку так, чтобы ее лучи вошли в пазы между полумуфтами. Фиксирование взаимного положения полумуфт осуществляется стопорными винтами.

Упругие муфты с торообразной оболочкой (рис. 4.3, в) состоят из двух полумуфт, упругой оболочки, имеющей форму автомобильной шины, и двух колец, обеспечивающих крепление оболочки к полумуфтам. Эти муфты допускают максимальное осевое смещение валов в пределах 1...11 мм и угловое — 2...6°.

Сборка таких муфт также начинается с контроля комплектующих деталей. После проведения контрольных измерений на полумуфты устанавливают крепежные кольца, вводя в их отверстия установочные болты. Затем полумуфты устанавливают на валах, используя шпоночные соединения. Соединение полумуфт осуществляют при помощи торообразной оболочки, которую устанавливают на полумуфты и закрепляют при помощи крепежных болтов.

Упругие муфты со змеевидной пружиной (рис. 4.3, г) состоят из двух полумуфт с зубьями специальной формы, между которыми помещается изогнутая пружина, разделенная на несколько частей. Зубья и пружина снаружи закрываются кожухом, состоящим из двух половин, соединяемых между собой болтами. Кожух служит резервуаром для смазки и защищает муфту от загрязнения.

Сборка таких муфт начинается с контроля геометрических размеров и формы посадочных мест на валах и полумуфтах. После проведения контрольных операций на полумуфтах устанавливают кожухи, а полумуфты в сборе устанавливают на соединяемые валы, используя шпоночные соединения. Затем между зубьями полумуфт размещают отрезки змеевидной пружины и вводят смазочное масло. После этого составные части кожуха соединяют и скрепляют между собой болтами. Положение полумуфт на валах фиксируют стопорными винтами.

Конструкция и сборка обгонных муфт. Обгонные муфты (рис. 4.4) передают вращение за счет сил трения, возникающих при заклинивании роликов между обоймой и звездочкой при одинаковом направлении вращения и их размыкании при реверсивном движении.

Фрикционная обгонная муфта с роликами состоит из обоймы 5, имеющей цилиндрическую гладкую внутреннюю поверхность, роликов 3, втулки 1 с пружиной 2, ограничивающей движение роликов, и звездочки 4.

Полости между внутренней цилиндрической поверхностью обоймы и внешней поверхностью звездочки суживаются в одном

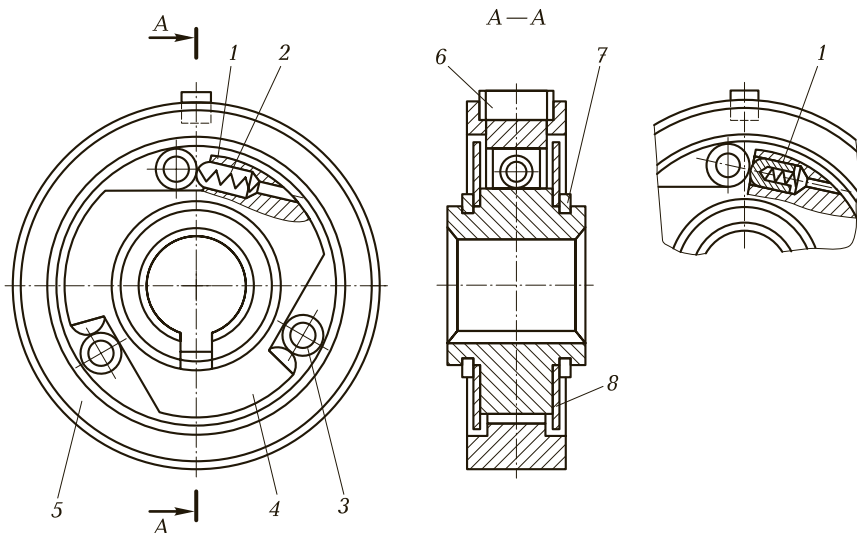


Рис. 4.4. Фрикционная обгонная муфта с роликами:

1 — втулка; 2 — пружина; 3 — ролик; 4 — звездочка; 5 — обойма; 6 — шпонка; 7 — стопорное кольцо; 8 — ограничительная щека

направлении, поэтому находящиеся в этих полостях ролики при вращательном движении звездочки на ведущем валу выталкиваются в суживающуюся часть полости и заклиниваются, т. е. их поверхности входят в прочный фрикционный контакт с поверхностью обоймы. В итоге обойма начинает вращаться в направлении вращения звездочки. В свою очередь обойма соединена с ведомым валом механизма, например при помощи шпонки. При изменении направления вращения ведущего вала ролики откатываются в широкую часть полости, и их контакт с внутренней поверхностью обоймы ослабевает настолько, что происходит размыкание обоймы и звездочки, т. е. передача вращательного движения звездочки на обойму прекращается.

Сборку фрикционной обгонной муфты после контроля параметров входящих в нее деталей начинают с запрессовки в отверстия звездочки 4 втулок 1 с последующим их развертыванием для восстановления номинальных геометрических размеров и формы (запрессовка производится только при сборке звездочек, у которых внутренний диаметр обоймы 5 составляет 80 или 100 мм). После напрессовывания втулок на ступицу звездочки устанавливают одну из ограничительных щек 8, фиксируя ее положение стопор-

ным кольцом 7. Собранный звездочку устанавливают в обойму 5, размещая в ее отверстиях толкатели с пружинами. Далее на полках звездочки, установленной в обойму, размещают ролики и устанавливают вторую ограничительную щеку 8, положение которой фиксируется стопорным кольцом 7. На последнем этапе собранную муфту устанавливают на соединяемых валах, используя, как правило, шпоночное соединение.

Конструкция и сборка самоустанавливающихся угловых муфт. Самоустанавливающиеся (карданые) угловые муфты (рис. 4.5) применяют для соединения валов, расположенных под углом. Работают они следующим образом. Вращение от ведущего вала 5 через ведущую вилку 4 передается на шарнирно связанную с ней крестовину 3. Крестовина имеет две цапфы, расположенные под углом 90° . С цапфами соединяется ведомая вилка 2, жестко связанная с ведомым валом 1. При работе муфты обе вилки и крестовина меняют свое положение, наклоняясь то в одну, то в другую сторону. При этом ведомый вал 1 при одной жесткой муфте будет вращаться неравномерно. Для того чтобы избежать неравномерного вращения вала, необходимо установить две такие муфты (рис. 4.6). Систему их двух угловых муфт называют карданной передачей.

Сборку карданной передачи (см. рис. 4.6) начинают с установки на карданный вал 4 фланцев 3 и 5, один из которых (фланец 3) жестко закрепляют на валу, а второй (фланец 5) может иметь осевое смещение вдоль вала. После установки фланцев на них жестко закрепляют вилки 2 и 6 болтами. Так как болты этого соединения передают крутящий момент, то они должны входить в отверстия фланцев и крестовин плотно и быть прочно затянуты гайками и зашплинтованы.

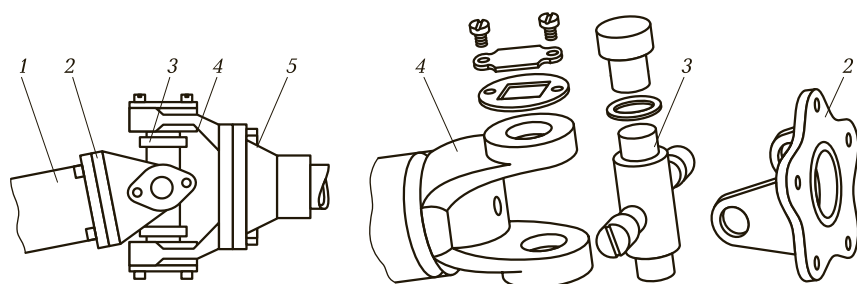


Рис. 4.5. Самоустанавливающаяся (карданная) угловая муфта:
1 — ведомый вал; 2 — ведомая вилка; 3 — крестовина; 4 — ведущая вилка; 5 — ведущий вал

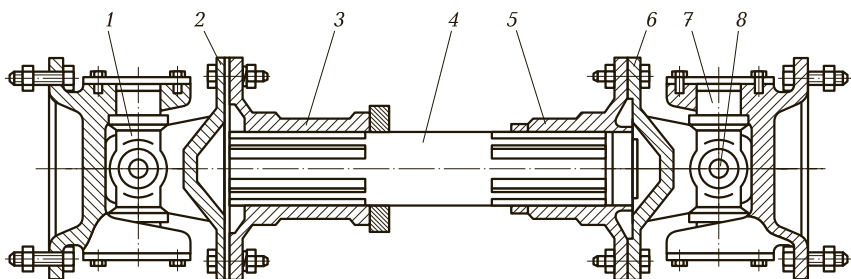


Рис. 4.6. Карданная передача:

1, 7 — крестовины; 2, 6 — вилки; 3, 5 — фланцы; 4 — карданный вал; 8 — масленка

На следующем этапе сборочного процесса в крестовинах 1 и 7 устанавливают масленку 8 и предохранительный клапан в виде прокладки, ограничивающей давление масла, подаваемого внутрь крестовины. Далее на цапфы крестовин 1 и 7 напрессовывают сальниковые уплотнения и опорные кольца и устанавливают крестовины в сборе в вилках 2 и 6, закрывая крышками, закрепляемыми винтами.

Конструкция и сборка валов с шаровыми цапфами. Соединение составных валов шаровыми цапфами используется в тех случаях, когда их оси значительно смещены и имеют большой перекос. Такое соединение валов осуществляется следующим образом (рис. 4.7). Кольца 1, закрепленные штифтами на шаровых цапфах 2, помещают в диаметральных пазах ведущей и ведомой втулок 6. Каждая из цапф имеет возможность поворачиваться в двух плоскостях, что компенсирует несовпадение осей ведущего и ведомого валов.

Сборка такого соединения начинается с установки на шейках валов переходных втулок 6 с диаметрными пазами. Затем в соединительный валик 5 запрессовывают неподвижную шаровую

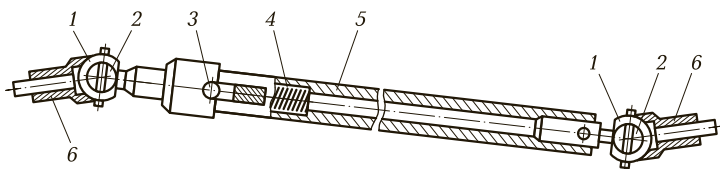


Рис. 4.7. Вал с шаровыми цапфами:

1 — кольца; 2 — шаровые цапфы; 3 — штифт; 4 — пружина; 5 — валик; 6 — втулки

цапфу 2, которую закрепляют штифтами. После этого в отверстие соединительного валика 5 вводят пружину 4 и устанавливают подвижную цапфу, укрепляя ее штифтом 3. На обеих цапфах устанавливают кольца 1 и закрепляют их штифтами (оба кольца должны находиться в одной плоскости). Затем цапфы 2 с кольцами 1 устанавливают в диаметральных пазах втулок 6, закрепленных на соединяемых валах. После завершения сборки передачи проверяют зазор между торцами колец 1 и стенками пазов на втулках 6 (он должен быть не более 0,2 мм).

Конструкция и сборка гибких валов. Гибкие валы применяют для передачи движения между составными валами, положение которых в процессе эксплуатации изменяется. Гибкий вал состоит из собственно вала, свитого из нескольких слоев проволоки, заключенного в защитную оболочку, и арматуры на его концах для присоединения к приводу и рабочему органу. В зависимости от величины нагрузки на гибкий вал различают нормальные и усиленные валы. Нормальный вал состоит из нескольких слоев проволоки, навитых прядями по 3—4 шт. Усиленный вал помимо слоев проволоки снабжен стальным сердечником диаметром 0,4...0,5 мм. Кроме того, слои проволоки на сердечнике навиты прядями по 2—12 шт. Число слоев проволоки зависит от крутящего момента. В зависимости от направления навивки верхнего слоя различают правые и левые гибкие валы. У валов правого вращения — левая навивка, и наоборот.

Оболочка гибкого вала представляет собой гибкий рукав, выполненный из стальной оцинкованной ленты с хлопчатобумажным уплотнением и внутренней спиралью из стальной сплющенной проволоки. Оболочка должна свободно надеваться на вал, защищая его от загрязнения и удерживая смазку.

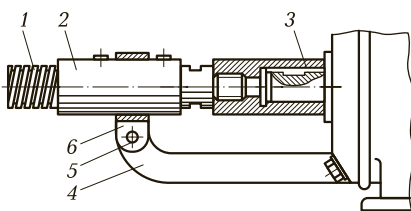
Сборку составных валов с использованием гибкого вала (рис. 4.8) начинают с установки на его конце оболочки 2, соединяя их паянием твердым припоем. Затем на корпусе привода устанавливают кронштейн 4, к которому крепят хомутик 6 при помощи болта 5. После этого на валу привода устанавливают, используя шпоночное соединение, муфту 3 и соединяют ее с оболочкой 2 гибкого вала 1.

Конструкция и сборка сцепных соединительных муфт. Для соединения валов как на ходу, так и во время остановки, когда требуются частые пуски и остановки, применяют сцепные муфты. К этому типу муфт относятся кулачковые, зубчатые и фрикционные муфты.

Кулачковые муфты (рис. 4.9, а) допускают включение только в неподвижном состоянии при определенных положениях одного из соединяемых валов относительно другого.

Рис. 4.8. Схема сборки составных валов с использованием гибкого вала:

1 — гибкий вал; 2 — оболочка; 3 — втулочная муфта; 4 — кронштейн; 5 — болт; 6 — хомутик



Сборку таких валов начинают с контроля их взаимного расположения и соответствия размеров и формы посадочных мест на валах 1 и в полумуфтах 2 и 3 требованиям чертежа, после чего осуществляют пригонку кулачков полумуфт. Затем производят установку полумуфт на валах, используя призматическую шпонку 7

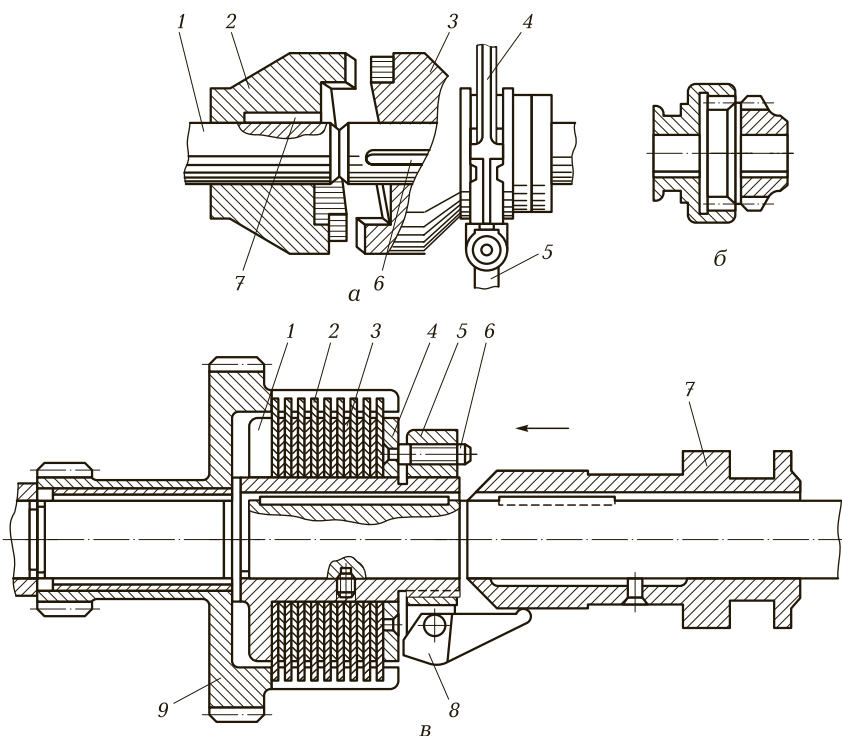


Рис. 4.9. Сцепные муфты:

а — кулачковая: 1 — вал; 2, 3 — полумуфты; 4 — сухарь; 5 — рычаг; 6 — направляющая шпонка; 7 — призматическая шпонка; б — зубчатая; в — фрикционная: 1 — ведомая полумуфта; 2, 3 — фрикционные диски; 4 — нажимной диск; 5 — гайка; 6 — фиксатор; 7 — скользящая втулка; 8 — нажимной рычаг; 9 — ведущая полумуфта

для неподвижной полумуфты и направляющую 6 — для подвижной. Положение неподвижной полумуфты 2 фиксируют на валу с помощью стопорного кольца или стопорного винта (на рисунке не показаны). После установки полумуфт на валах осуществляют пригонку сухаря 4 рычага к пазу подвижной полумуфты 3 и соединяют полумуфту с сухарем. В заключении проверяют сцепляемость полумуфт, перемещая подвижную полумуфту в направлении неподвижной при помощи рычага 5.

Зубчатая муфта (рис. 4.9, б) состоит из двух полумуфт, представляющих собой зубчатые колеса с эвольвентным зацеплением. Одна полумуфта (правая) имеет наружные зубья и может перемещаться вдоль вала. На втором валу устанавливают полумуфту с внутренними зубьями (левую), которая крепится неподвижно. Такое положение полумуфт обеспечивает сцепление и расцепление соединяемых валов. Последовательность сборки таких полумуфт на валах такая же, как и кулачковых муфт.

Дисковые фрикционные муфты (рис. 4.9, в) применяют для уменьшения воздействия на валы ударных нагрузок, возникающих при эксплуатации машин и оборудования. Эти муфты обеспечивают передачу движения за счет сил трения.

Сборку таких муфт начинают с контроля взаимного расположения соединяемых валов и геометрических размеров и формы посадочных мест на валах и в отверстиях полумуфт требованиям чертежа. После выполнения контрольных операций переходят к установке ведущей 9 и ведомой 1 полумуфт на валы, используя для этого шпоночные соединения с призматическими шпонками. После установки полумуфт их проверяют на осевое и радиальное биение и вводят ведомый вал с установленной на нем полумуфтой в корпус ведущей полумуфты. Затем поочередно устанавливают ведущие 2 и ведомые 3 диски, заканчивая процесс установкой нажимного диска 4. После монтажа дисков переходят к сборке регулировочной гайки 5, для этого в ее прорезях устанавливают нажимные рычаги 8 на осях, которые после установки рычагов накернивают, чтобы избежать их самопроизвольного выпадения. Гайку в сборе устанавливают на ведомой полумуфте и затягивают до отказа, после чего ее постепенно отпускают так, чтобы обеспечить необходимый суммарный зазор между фрикционными дисками. Затем в отверстие гайки вводят фиксатор 6 так, чтобы он одновременно вошел в отверстие нажимного диска. В заключении на ведомый вал устанавливают скользящую (нажимную) втулку 7 механизма включения и регулируют ее положение для обеспечения передачи крутящего момента от ведущего вала к ведомому.

Конструкция и сборка предохранительных муфт. Предохранительные муфты подразделяются на разрушаемые и неразрушаемые и предназначены для предохранения машин и механизмов от перегрузок. К предохранительным муфтам с неразрушающимися элементами относятся кулачковые, шариковые и дисковые. В этих конструкциях одна из полу муфт устанавливается на вал неподвижно, а вторая имеет некоторое осевое смещение. Усилие прижатия полу муфт создается пружинами и регулируется при помощи гаек. Когда передаваемое усилие превышает усилие, на которое отрегулирована пружина, подвижная полу муфта перемещается вдоль одного из соединяемых валов и передача движения прекращается.

У муфт с разрушающимися соединительными элементами, например штифтом, если величина передаваемого крутящего момента превысит допускаемую, происходит разрушение соединительного элемента и передача движения прекращается.

Предохранительная дисковая фрикционная муфта (рис. 4.10) предназначена для отключения вращения ведомого вала при возникновении перегрузок. Сборку таких муфт начинают с контроля формы и размеров посадочных мест вала и полу муфт требованиям чертежа, после чего ведомую и ведущую полу муфты устанавливают на вал, используя для этого шпоночные соединения, и проверяют установленные полу муфты на осевое и радиальное биение. Затем производят установку фрикционных дисков поочередно в

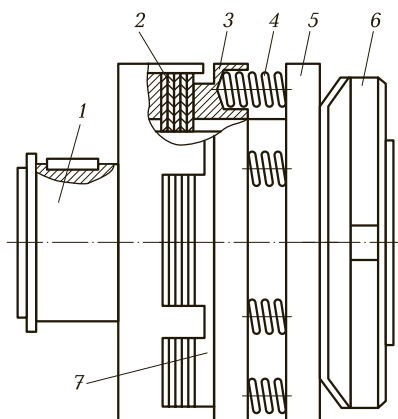


Рис. 4.10. Предохранительная дисковая муфта:

1, 7 — полу муфты; 2, 3 — соответственно фрикционный и нажимной диск; 4 — пружины; 5 — регулировочный диск; 6 — регулировочная гайка

ведомую и ведущую полумуфты. После монтажа фрикционных дисков на ведомую полумуфту устанавливают нажимной 3 и регулировочный 5 диски, размещая между ними пружины 4. На заключительном этапе сборки на ведомую полумуфту устанавливают регулировочную гайку 6 и затягивают ее с усилием, указанным в технических условиях. Для проверки качества сборки прикладывают к ведущей полумуфте крутящий момент больший номинального на величину, указанную в технических условиях (при этом ведомая полумуфта должна оставаться неподвижной).

4.2. ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ С ПОДШИПНИКАМИ СКОЛЬЖЕНИЯ И ИХ СБОРКА

Подшипник скольжения состоит из корпуса и помещенного в него вкладыша, на который опирается вал. Корпус изготавливают обычно из чугуна, а вкладыш — из материала, который в паре с материалом вала обеспечивает наименьший коэффициент трения. Для изготовления вкладышей подшипника используют антифрикционные чугуны, бронзы, а также пластические массы, выбор которых зависит от условий работы подшипника скольжения [8, с. 178]. При изнашивании замена вкладыша дешевле, чем замена подшипника в целом.

По конструкции различают подшипники с разъемным и неразъемным корпусом.

Вкладыш неразъемного подшипника скольжения выполняется в виде втулки, которая устанавливается (чаще всего прессованием) в отверстие корпуса.

Вкладыш разъемного подшипника состоит из двух частей: нижней и верхней, которые монтируют в корпусе и крышке подшипника.

При работе в режиме жидкостного трения применяют подшипники скольжения с сегментными вкладышами, которые обеспечивают образование нескольких масляных клиньев, а соответственно, и надежную работу узла.

В подшипниках скольжения для увеличения несущей способности и увеличения надежности работы применяют самоустанавливающиеся сегменты.

В современном машиностроении применение подшипников скольжения ограничено определенными условиями эксплуатации. В основном их используют в следующих случаях: для быстроход-

ных валов, при работе которых долговечность подшипников качения очень мала; при необходимости особо точной установки валов; при применении в механизме валов очень большого диаметра, для которых не изготавливают серийно подшипники качения; для коленчатых валов, когда в процессе сборки требуется разъемный подшипник; для валов, испытывающих ударные нагрузки (используются демпфирующие свойства масляного слоя подшипника скольжения); если по условиям эксплуатации подшипник работает в воде или в агрессивных средах; для тихоходных передач, так как в этих случаях подшипник скольжения оказывается проще по конструкции и дешевле, чем подшипник качения.

В зависимости от условий эксплуатации используют подшипники скольжения различных конструкций: радиальные, воспринимающие нагрузки, перпендикулярные оси вала; упорные (подпятники), воспринимающие нагрузки, направленные вдоль оси вала; радиально-упорные, которые могут одновременно воспринимать нагрузки, направленные как перпендикулярно оси вала, так и вдоль нее (такие подшипники применяют крайне редко; при одновременном действии радиальных и осевых нагрузок чаще применяют одновременную установку в узел радиального и упорного подшипников).

К узлам с подшипниками скольжения предъявляют следующие технические требования:

- конструкция подшипника и материал, из которого он изготовлен, должны быть такими, чтобы трение и износ были минимальными;
- конструкция подшипника должна обеспечивать достаточную прочность и жесткость, чтобы противостоять усилиям, воздействующим на подшипник вследствие деформации;
- поверхности контакта должны воспринимать действующие на них усилия без выдавливания смазки, а также отводить теплоту, возникающую за счет сил трения в процессе работы подшипника;
- конструкция подшипника должна обеспечивать простоту сборки и обслуживания;
- отверстие в подшипнике должно иметь правильную цилиндрическую форму;
- торцы подшипника должны быть перпендикулярны его оси;
- отверстия всех опор вала должны быть соосны;

- втулки неразъемных подшипников скольжения должны надежно закрепляться в корпусе;
- вкладыши разъемных подшипников скольжения должны быть точно подогнаны по гнездам корпуса и крышки;
- в разъемных подшипниках толщина прокладок для регулирования зазора должна быть не более 2 мм;
- слой залитого в подшипники баббита должен быть ровным, без раковин и отслоений.

Для повышения КПД, а также для снижения до минимума трения, изнашивания и нагрева сопрягаемых поверхностей применяют различные типы смазочных материалов.

В зависимости от толщины масляного слоя различают несколько режимов работы подшипников скольжения: сухое трение (работа без смазки) — в нормально работающих подшипниках скольжения не встречается; полусухое трение — имеет место при неустоявшемся режиме работы подшипника скольжения, а также при недостаточной смазке (коэффициент трения при этом составляет 0,1 ... 0,5); полужидкостное трение, при котором большая часть поверхности контакта разделена слоем смазки, но отдельные элементы сопрягаемых поверхностей соприкасаются (коэффициент трения при этом составляет 0,008...0,08; в этом режиме работает большинство подшипников скольжения); жидкостное трение, при котором смазка полностью отделяет вращающуюся цапфу от неподвижной опоры (коэффициент трения в этом случае составляет 0,001 ... 0,008; в режиме жидкостного трения работают точно изготовленные подшипники при относительно малых нагрузках и больших скоростях вращения (например, подшипники шлифовальных станков).

Уменьшение скорости скольжения, увеличение нагрузки и температуры нагрева подшипников скольжения в процессе работы могут привести к нарушению режима жидкостного трения и переходу к работе в режиме полужидкостного трения.

Для обеспечения наиболее благоприятного для работы подшипника скольжения режима жидкостного трения необходимо создать избыточное давления в местах сопряжения деталей подшипникового узла. Создание избыточного давления может быть обеспечено гидростатическим (с помощью насоса) или гидродинамическим (с помощью вращения вала) путем. При вращении вал под воздействием внешних сил занимает эксцентрическое положение, и в зазор, возникающий между валом и подшипником, поступает масло. В образовавшемся масляном клине создается избы-

точное гидродинамическое давление, обеспечивающее жидкостное трение.

Для смазывания подшипников скольжения применяют различные смазывающие материалы, которые подразделяют на жидкие и густые (консистентные), твердые и газообразные.

Основным смазочным материалом являются жидкие масла, которые хорошо распределяются по сопрягаемым поверхностям, обладают малым внутренним трением и хорошо работают в значительном диапазоне температур.

Консистентные смазки применяют в подшипниках скольжения в тех случаях, когда требуется надежная герметизация подшипникового узла.

Твердые смазочные материалы используют для смазывания подшипниковых узлов с подшипниками скольжения, работающими при больших температурах.

Воздушную смазку применяют в подшипниковых узлах с подшипниками скольжения быстроходных и мало нагруженных валов.

Для равномерного распределения смазки по всей поверхности сопряжения во вкладышах подшипников скольжения делают канавки [8, с. 180, 181], которые обычно размещают в мало нагруженной части подшипника. Если подшипник в процессе работы испытывает большие нагрузки, то помимо смазочных канавок выполняют еще и смазочные карманы (специальные углубления, в которых размещается запас смазки). Наличие в подшипнике скольжения смазочного кармана способствует попаданию смазки по смазочным канавкам в наиболее нагруженные места. Длина смазочных канавок в целях предотвращения вытекания масла из подшипника скольжения не должна превышать 0,8 длины его рабочей поверхности.

Сборка неразъемных подшипников скольжения. Перед началом сборки неразъемного подшипника скольжения необходимо проверить соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест на валу и во втулке требованиям чертежа. Контроль геометрических размеров и формы посадочных мест осуществляется универсальными (микрометр, микрометрический нутромер) или специальными (калибр-скобы и калибр-пробки) измерительными инструментами. После проверки посадочных размеров производят запрессовку втулки в корпус. Поскольку размер отверстия во втулке вследствие пластического деформирования в процессе запрессовки уменьшается, то после установки втулки в корпус необходимо восстановить номинальный размер ее отверстия развер-

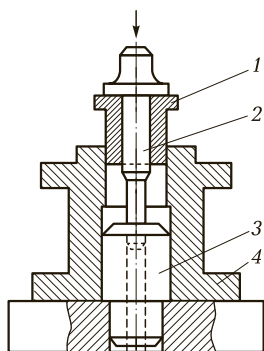


Рис. 4.11. Приспособление для центрирования втулки относительно корпуса:

1 — втулка; 2 — оправка; 3 — стойка; 4 — корпус

тиванием или растачиванием. В связи с тем что в процессе возникновения нагрузок в ходе эксплуатации подшипникового узла с подшипником скольжения возможно проворачивание втулки в корпусе, необходимо предупредить такую возможность, осуществив ее стопорение от возможного проворачивания.

Запрессовка втулки в корпус может быть осуществлена молотком с использованием специальных оправок, на прессе (ручном винтовом или стационарном) или методом глубокого охлаждения (применяют, как правило, при установке тонкостенных втулок в корпус большой массы).

При запрессовке втулок в корпус неразъемного подшипника скольжения весьма важно обеспечить соосность втулки и отверстия в корпусе, для чего рекомендуется применять приспособления, обеспечивающие центрирование втулки относительно оси отверстия в корпусе (рис. 4.11).

Втулку 1 надевают на оправку 2, которая центрируется в стойке 3. При приложении усилия оправка 2 перемещается вместе со втулкой, которая запрессовывается в отверстие корпуса 4.

Для лучшего направления втулки в отверстие на направляющей поверхности должны быть предусмотрены фаски или направляющие пояски. Если посадка втулки в корпус осуществляется с большим натягом, то для уменьшения сил трения при запрессовке применяют машинное масло.

Механизировать процесс запрессовки втулок в корпус можно, используя специальную установку (рис. 4.12). Эта стационарная установка монтируется на основании 12 и состоит из насосной станции 11, подъемника 9 с консольной стрелой 7, механизма подъема 8 и двух сменных силовых цилиндров. Силовой цилиндр 5 подключают к насосной станции гибким шлангом 6 и устанавливают по оси отверстия корпусной детали, используя с этой целью механизм подъема 8.

С помощью кулачков 13 цилиндр центрируют по отверстию, используя кольцевые риски планшайбы 3. Втулку, подлежащую запрессовке, устанавливают на штоке 2 силового цилиндра и фикси-

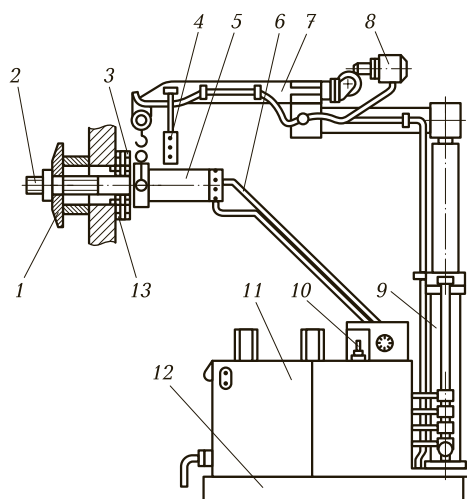


Рис. 4.12. Установка для механизированной запрессовки втулок:

1 — чека; 2 — шток цилиндра; 3 — планшайба; 4 — кнопочный пульт; 5 — силовой гидравлический цилиндр; 6 — гибкий шланг; 7 — стрела; 8 — механизм подъема; 9 — подъемник; 10 — кран управления; 11 — насосная станция; 12 — основание; 13 — кулачок

руют ее положение при помощи закладной чеки 1 и гайки. После включения с кнопочного пульта 4 силового цилиндра 5 происходит запрессовка втулки. Для подключения установки к централизованной сети подачи сжатого воздуха служит кран 10.

Запрессовку втулок в корпус неразъемного подшипника скольжения можно совместить с последующей сборочной операцией — восстановлением номинальных размеров и формы отверстия во втулке. Для этого рекомендуется использовать специальное приспособление (рис. 4.13). На запрессовываемую в корпус 1 втулку 2 устанавливают прессующий элемент устройства — корпус 5 с гильзой 3, в окна которой расположены шарики 4, при этом хвостовик протяжки 6, проходя через отверстия втулки и корпуса, соединяется тягой 9 с захватным устройством протяжного станка. При сообщении протяжке осевого усилия ее коническая часть упирается в шарики, вызывая перемещение гильзы 3 до тех пор, пока гайка 8, установленная в корпусе 5 приспособления, не упрется в корпус 1 базовой детали, вызвав относительное перемещение гильзы 3 в крайнее нижнее положение. При таком перемещении гильзы 3 шарики попадают в выточку в корпусе 5 приспособления, обеспечивая свободное перемещение протяжки вниз и обработку

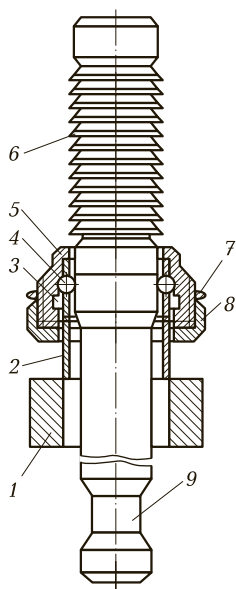


Рис. 4.13. Устройство для запрессовки втулок и одновременной обработки отверстия:

1, 5 — корпуса; 2 — втулка; 3 — гильза; 4 — шарик; 6 — протяжка; 7 — контргайка; 8 — гайка; 9 — тяга

отверстия в запрессованной втулке до номинального размера. Момент окончания запрессовки определяется положением гайки 8 на корпусе 5 приспособления, которое фиксируется контргайкой 7.

После установки втулки в корпус с необходимым натягом следует принять меры по предотвращению ее проворачивания в процессе работы механизма. С этой целью втулку дополнительно закрепляют в корпусе с помощью винтов или штифтов, которые устанавливают или по торцевым поверхностям, или по поверхностям сопряжения (рис. 4.14).

Подготовка отверстий под винты или штифты производится после запрессовки втулки в отверстие корпуса, т.е. по месту, и зависит от выбранного способа стопорения: при закреплении втулки стопорным винтом во втулке сверлят сквозное отверстие (рис. 4.14, а); при стопорении штифтом по от-

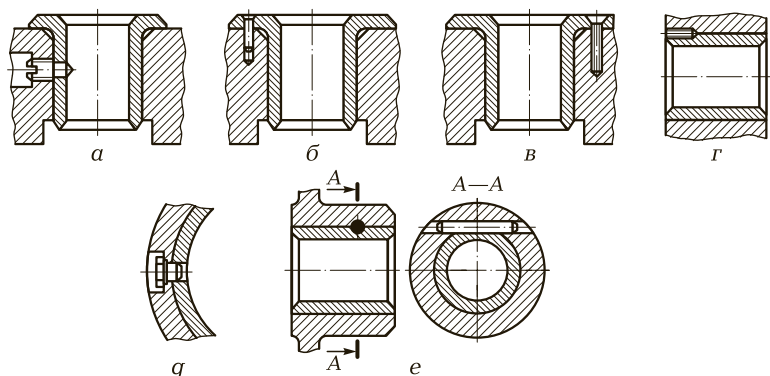


Рис. 4.14. Способы закрепления втулок в корпусе:

а — резьбовым стопором; б, в — штифтом и винтом по отверстию в буртике; г — резьбовым штифтом; д — гладким стопором; е — штифтом по касательной

верстию в буртике втулки сверлят отверстие в корпусе, а штифт устанавливают с натягом, накернивая его (рис. 4.14, б); при креплении втулки винтом по отверстию в буртике (рис. 4.14, в) сверлят отверстие в корпусе под резьбу, используя отверстие в буртике в качестве кондуктора, затем рассверливают отверстие в буртике и зенкуют его под головку установочного винта; при стопорении втулки в корпусе винтом или штифтом вдоль образующей или перпендикулярно ей (рис. 4.14, г, е) отверстие сверлят в корпусе и втулке одновременно таким образом, чтобы его ось совпадала с образующей втулки по ее наружному диаметру; при креплении втулки гладким стопором он удерживается в отверстии за счет посадки (рис. 4.14, г), поэтому отверстие в этом случае сначала сверлят, а затем развертывают.

При реализации всех описанных методов стопорящие детали не должны выступать из корпуса, а должны быть утоплены не менее чем на 0,3 мм.

Для обеспечения нормальной работы неразъемного подшипника скольжения необходимо тщательно проверить состояние его рабочей поверхности, так как наличие перекоса или повреждения рабочей части втулки ведет к неравномерному распределению масляного слоя и появлению местного сухого трения, результатом чего является неравномерная работа вала и его быстрое изнашивание.

От правильной установки подшипников зависит работа всего механизма в целом, поэтому основным требованием при сборке подшипниковых узлов с неразъемными подшипниками скольжения является обеспечение соосности всех подшипниковых опор, в которых будет установлен вал.

Если в механизме устанавливают несколько валов, то помимо соосности подшипников каждого вала необходимо обеспечить параллельность и перпендикулярность всех осей подшипников многоопорных валов.

Конструкция и сборка разъемных подшипников скольжения.

Разъемные подшипники скольжения состоят из корпуса и крышки, внутри которых установлены вкладыши из чугуна, бронзы или биметаллические.

Вкладыши могут быть тонкостенными, толстостенными и с нормальной толщиной стенки. Причем критерием отнесения вкладышей к тому или иному типу является не абсолютная толщина его стенки, а ее отношение к наружному диаметру вкладыша. Если это отношение более 0,065, вкладыш считают толстостенным, если менее 0,045 — тонкостенным. В том случае если это отношение

находится в интервале между приведенными значениями, толщина стенки вкладыша считается нормальной.

При сборке разъемных подшипников скольжения тонкостенные вкладыши подбирают по гнездам в корпусе и крышке на прилегание «на краску» и устанавливают их с натягом. Плотность прилегания вкладыша к гнезду корпуса и крышки достигается за счет его пластического деформирования. После установки валов в подшипниковые опоры осуществляют приработку вкладыша к сопрягаемой поверхности вала, для чего в зазор подается смазка. Приработка начинается с малых частот вращения, которые постепенно доводят до номинального значения. В процессе приработки уменьшаются и сглаживаются микронеровности, а также упрочняется поверхность вкладыша. В процессе приработки необходимо следить за температурой подшипника, которая не должна превышать 60 °С.

Превышение температуры подшипника в процессе приработки свидетельствует о некачественной сборке или пригонке деталей узла или о неудовлетворительном поступлении смазки в зону трения. В этом случае приработку следует приостановить, определить наличие дефектов сборки или пригонки и устранить их.

Толстостенные вкладыши обычно изготавливают из низкоуглеродистой стали, чугуна или бронзы и заливают баббитом. Толщину слоя баббита выбирают в пределах до 0,01 внутреннего диаметра вкладыша, но в любом случае она не должна превышать 2 мм.

Марку баббита для заливки толстостенного вкладыша выбирают в зависимости от режима работы подшипника и его назначения (табл. 4.2).

Сборка разъемных подшипников скольжения связана с выполнением пригоночных работ, которые ведут в два этапа — пригонка вкладыша к гнездам корпуса и крышки подшипника и пригонка посадочного места вкладыша по шейке вала.

Выполняется пригонка методом шабрения с контролем по пятну контакта «на краску», при этом число пятен контакта должно составлять не менее 5 на 1 см², располагаясь равномерно не менее чем на 75 % площади поверхности вкладыша.

Окончательно пригонка вкладыша осуществляется при установленной на корпус крышке.

Для определения мест, которые необходимо пришабрить, производят последовательно затягивание и отпускание гаек, крепящих крышку подшипника к корпусу всех подшипниковых опор, тарированным ключом с заданным усилием и проворачивают вал на 2—3 оборота. После этого производят окончательное приша-

Таблица 4.2. Технические характеристики баббитов и их назначение

Марка	Характеристика нагрузки	Давление, МПа	Окружная скорость, м/с	Область применения
Б88	Спокойная Ударная	20 15	50 50	При больших скоростях и высоких динамических нагрузках
Б83	Спокойная	15	50	При больших скоростях и средних нагрузках
Б83С	Ударная	15	50	То же
БН	Спокойная Ударная	10 7,6	30 30	При средних скоростях и средних нагрузках
Б16	Спокойная	10	30	В подшипниках, работающих без изменения нагрузки
БС6	Ударная	15	—	В подшипниках автотракторных двигателей

бривание верхней и нижней половин вкладышей по следам, которые остались после проворачивания вала.

Радиальные зазоры между валом и стенкой вкладыша проверяют, проворачивая вал при установленных между ним и верхней половиной вкладыша калиброванных латунных пластинах. Если по условиям работы требуются большие зазоры, их размер определяют при проворачивании вала по степени деформации свинцовой проволоки, установленной между шейкой вала и вкладышем. Для регулирования радиального зазора в разъемных подшипниках скольжения предусмотрена установка прокладок между корпусом и крышкой, которые представляют собой набор пластин толщиной 0,05...0,8 мм. Осевые зазоры в узлах с разъемными подшипниками скольжения, которые должны находиться в пределах 0,1...0,8 мм, проверяют щупом или индикатором при предельных осевых перемещениях вала.

О качестве сборки подшипникового узла можно судить по характеру вращения вала. Если вал вращается с трудом, это указывает на заниженные зазоры между шейкой вала и вкладышем.

Зазор между шейкой вала и вкладышем должен быть определенной величины, которая составляет примерно $0,001D + 0,05$ мм, где D — диаметр шейки вала. Величину зазора между шейкой вала и вкладышем определяют при помощи шаблона, представляющего собой набор калиброванных латунных пластин, последовательно устанавливаемых в зазор. При установке в зазоре пластин, размер которых соответствует по величине его минимальному значению, вал должен легко проворачиваться. Когда величина устанавливаемых в зазор пластин соответствует его максимальному значению, вал должен заклиниваться.

Сборка подшипника жидкостного трения. Сборка подшипников жидкостного трения, которые представляют собой разновидность подшипников скольжения, — операция весьма ответственная и должна осуществляться в специальном помещении. После проверки качества изготовления всех комплектующих деталей на соответствие требованиям чертежа и технических условий на сборку их промывают в масле и бензине, сушат и покрывают тонким слоем специального масла.

Подшипник жидкостного трения (рис. 4.15) состоит из двух основных деталей: конической массивной втулки 9 и вкладыша 8 с тонким слоем баббитовой заливки. Смазочный материал поступает к сопрягаемым деталям подшипника через отверстие 7 и отводится через отверстие 12. При эксплуатации подшипника смазка захватывается втулкой 9, установленной на шейке вала и вращающейся во вкладыше 8, и направляет в клиновидный зазор между этими втулками. Осевые усилия передаются через кольцо 5 (закрытое крышкой 4) на упорное кольцо 6. Втулка 9 крепится на валу шпонкой 11 и кольцом 1, которое навинчивается на кольцо 2, состоящее из двух половин. Кольцо 2 вставляется в кольцевой паз и фиксируется штифтом 3. Для предохранения подшипника от загрязнения устанавливают уплотнительные кольца 10. Подушку 15 подшипника фиксируют в станине 14 приливом 16 и эксцентриком 13, который поворачивается валиком 17, приводимым в движение от рукоятки 18.

Сборку подшипника жидкостного трения (рис. 4.16) начинают с того, что подушку 2 располагают на стеллаже в вертикальном положении и запрессовывают в нее штифт 3. Затем устанавливают в подушку 2 втулку-вкладыш 1 таким образом, чтобы паз на буртике втулки-цапфы 5 совместился со штифтом 3. После этого в подушку устанавливают втулку-цапфу 5 с полукольцами 4, используя при этом технологическую шайбу 6. Далее устанавливают упорное кольцо 9, навинчивая гайку 8 до упора, а затем гайку отпускают,

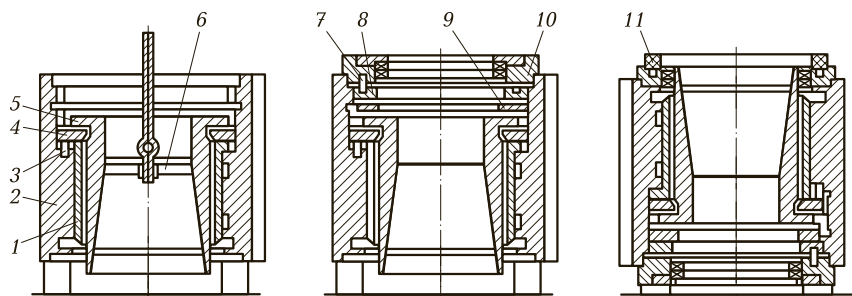


Рис. 4.16. Схема сборки подшипника жидкостного трения:

1 — втулка-вкладыш; 2 — подушка; 3, 7 — штифты; 4 — полукольцо; 5 — втулка-цапфа; 6 — технологическая шайба; 8 — гайка; 9 — упорное кольцо; 10, 11 — крышки

После установки подшипника проверяют равномерность прилегания уплотнительного кольца 10 и производят пробное прокручивание вала в подшипниках.

Контроль качества сборки подшипниковых узлов. Основным критерием работоспособности подшипника скольжения является правильная установка подшипниковых опор, обеспечивающая их соосность. С этой целью при монтаже подшипниковых опор во время их предварительной установки применяют контрольный или макетный вал, относительно которого производится установка подшипниковых опор. Соосность подшипниковых опор можно проверить несколькими способами: эталонным валом; линейкой и щупом; струной и микрометрическим нутромером; оптическим методом.

Наиболее простой является проверка соосности при помощи эталонного вала, который при установке в подшипниковые опоры должен свободно проходить через все отверстия опор.

При контроле линейкой и щупом линейку прикладывают к стенкам вкладышей, а щупом контролируют зазор между линейкой и вкладышем каждой из опор (этим способом может быть проверена соосность подшипниковых опор, находящихся на расстоянии, не превышающем 2 м.

Контроль соосности подшипниковых опор, к которым не предъявляют высоких требований, осуществляют при помощи натянутой струны, которая служит геометрической осью проверяемых опор, и нутромера. Этот способ может быть использован как при вертикальном, так и при горизонтальном расположении подшипниковых опор.

Наибольшей точности контроля соосности подшипниковых опор удается добиться при использовании оптических методов с применением специальных приборов — телескопа и коллиматора.

Для контроля точности сборки отдельно стоящих подшипниковых опор применяют метод измерения нагрузок под каждой из опор при помощи динамометров, которые устанавливают в лапах опор, и по их показаниям регулируют положение осей. Этот метод применяют при контроле крупногабаритных подшипников.

4.3. ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ С ПОДШИПНИКАМИ КАЧЕНИЯ И ИХ СБОРКА

Конструкции подшипников качения и их назначение. Подшипник качения состоит из наружного и внутреннего колец с дорожками качения, тел качения (шариков или роликов), которые катятся по дорожкам качения подшипниковых колец, и сепаратора, отделяющего тела качения друг от друга и направляющего их движение. В целях уменьшения габаритных размеров в некоторых конструкциях подшипника качения могут отсутствовать одно или оба кольца и сепаратор.

В зависимости от формы тел качения различают шариковые и роликовые подшипники. Ролики, применяемые в подшипниках качения, могут быть цилиндрическими, коническими, витыми, бочкообразными или игольчатыми, имеющими большую длину при малом диаметре.

По числу рядов тел качения различают однорядные и многорядные подшипники.

В зависимости от направления действия воспринимаемой подшипником нагрузки их классифицируют следующим образом: радиальные (воспринимают нагрузку, перпендикулярную оси вращения); упорные (воспринимают нагрузку, направленную вдоль оси вращения); радиально-упорные и упорно-радиальные (воспринимают нагрузку как перпендикулярную оси вращения, так и направленную вдоль нее).

По габаритным размерам подшипники подразделяют на серии. В зависимости от величины диаметра наружного кольца подшипника качения различают сверхлегкие (2 серии), особо легкие (2 серии), легкие, средние и тяжелые (7 серий) серии. В зависимости от ширины подшипники качения подразделяют на особо узкие,

узкие, нормальные, широкие и особо широкие. Наиболее широко в машиностроении применяют подшипники качения легких и средних серий нормальной толщины.

По точности изготовления подшипники подразделяют на пять классов: 0; 6; 5; 4 и 2 (в порядке повышения точности). Класс точности подшипника определяется точностью размеров его основных деталей: внутреннего и наружного колец.

Наиболее широкое распространение в машиностроении получили подшипники невысоких классов точности. Это связано с тем, что с увеличением точности подшипника резко возрастает стоимость его изготовления, например подшипник класса 2 примерно в 10 раз дороже подшипника класса 0.

На каждый подшипник наносится его условное обозначение (рис. 4.17).

Две последние цифры обозначают внутренний диаметр подшипника, который для размеров 20...495 мм получается умножением этих цифр на пять, остальные размеры маркируются следующим образом:

10 мм — 00; 12 мм — 01; 15 мм — 02; 17 мм — 03.

Подшипники, величина внутреннего диаметра которых более 495 мм, обозначаются дробью, в числителе которой указывается наружный диаметр, а в знаменателе — величина внутреннего диаметра.

Если внутренний диаметр подшипника менее 10 мм, то последняя цифра указывает величину этого диаметра.

Третья цифра справа — серия подшипника: сверхлегкая — 8 и 9; особо легкая 1 и 7; легкая — 2; средняя — 3; тяжелая — 4; легкая широкая — 5; средняя широкая — 6.



Рис. 4.17. Условное обозначение подшипников качения

Четвертая цифра справа — тип подшипника: радиальный шариковый — 0; радиальный шариковый сферический — 1; радиальный роликовый с короткими роликами — 2; радиальный роликовый сферический — 3; радиальный роликовый с длинными (иглочатыми) цилиндрическими роликами — 4; радиальный роликовый с витыми роликами — 5; радиально-упорный шариковый — 6; роликовый конический — 7; упорный шариковый — 8; упорный роликовый — 9.

Пятая и шестая цифры справа — конструктивные особенности подшипника (наличие уплотнений, буртиков, конических отверстий, двухрядные и т.д.).

Седьмая цифра справа — серия подшипника по ширине: нормальная — 1; широкая — 2; особо широкая — 3, 4, 5, 6; узкая — 7.

Цифра впереди перед тире — класс точности подшипника (класс 0 не маркируется).

Шарики, ролики и кольца подшипников изготавливают из специальных подшипниковых сталей марок ШХ15, ШХ15СГ, ШХ20СГ, 18ХГТ, 20Х2Н4А. Сепараторы изготавливают из мягкой углеродистой стали, бронзы, алюминиевых сплавов или пластических масс.

Типы подшипников качения определяются их конструкцией и характером воспринимаемой нагрузки.

Шариковые радиальные однорядные подшипники (рис. 4.18, а) воспринимают радиальную нагрузку, но могут одновременно воспринимать и осевую нагрузку, величина которой не должна превышать 70 % неиспользованной радиальной нагрузки при расчетной долговечности. Радиальные однорядные подшипники могут работать с перекосом внутреннего кольца по отношению к наружному не более 15'.

Радиальные однорядные шариковые подшипники изготавливаются нескольких конструкций: с канавкой на наружном кольце для стопорной шайбы; с одной или с двумя защитными шайбами, а также с встроенным резиновым или с фетровым уплотнением (эти подшипники устанавливают в случае невозможности использования специальных уплотняющих устройств).

Шариковые радиальные сферические двухрядные подшипники (рис. 4.18, б) предназначены для восприятия радиальной нагрузки, одновременно могут воспринимать также и осевые нагрузки, величина которых составляет не более 20 % неиспользованной допустимой радиальной нагрузки. Такие подшипники допускают значительный (до 3°) перекос внутреннего кольца относительно наружного. Их можно устанавливать в узлах машин с

отдельно стоящими корпусами при несовпадении осей посадочных мест под подшипники.

Шариковые упорные однорядные (рис. 4.18, в) и **двойные** (рис. 4.18, г) предназначены для восприятия нагрузки в одном (одинарные) или в двух (двойные) направлениях. Кольцо подшипника, монтируемое на валу, устанавливается с натягом, а кольцо, монтируемое в корпусе, — с зазором 0,2...0,3 мм.

Шариковые радиально-упорные однорядные (рис. 4.18, д) и **двухрядные** (рис. 4.18, е) подшипники предназначены для восприятия нагрузок, действующих в радиальном и осевом направлениях. Подшипники этого типа могут воспринимать осевую нагрузку, действующую только в одном направлении. Применяют такие

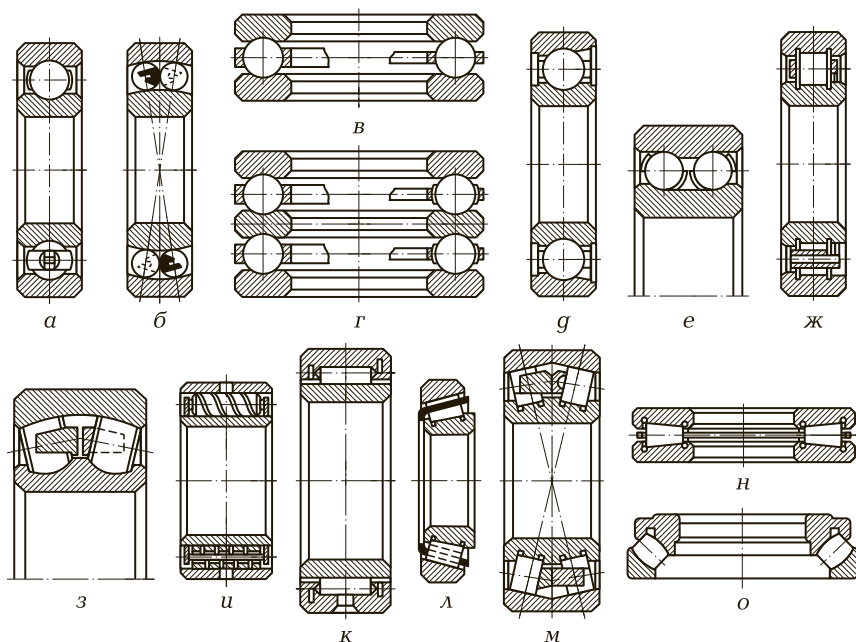


Рис. 4.18. Виды подшипников качения:

а — шариковый радиальный однорядный; б — шариковый радиальный сферический двухрядный; в — шариковый упорный однорядный; г — шариковый упорный двойной; д — шариковый радиально-упорный однорядный; е — шариковый радиально-упорный двухрядный; ж — роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами; з — роликовый радиально-упорный сферический двухрядный; и — роликовый с витыми роликами; к — роликовый игольчатый; л — роликовый конический однорядный; м — роликовый конический двухрядный; н — роликовый упорный с коническими роликами; о — роликовый упорный сферический

подшипники в узлах с жесткими валами при сравнительно небольших расстояниях между опорами, а также в узлах, требующих регулирования внутреннего зазора в подшипниках во время монтажа и в процессе эксплуатации.

Роликовые радиальные подшипники с короткими цилиндрическими роликами (рис. 4.18, ж) применяют в узлах при необходимости создать «плавающую» опору (внутреннее кольцо может перемещаться по телам качения в осевом направлении). Подшипник этого типа воспринимает только осевую нагрузку. Изготавливают такие подшипники в двух конструктивных исполнениях: внутреннее кольцо без бортов (может быть вынута); наружное кольцо без бортов (может быть снято). Благодаря своим конструктивным особенностям эти подшипники более удобны при монтаже, чем шариковые, кроме того, они обладают большей грузоподъемностью при тех же габаритных размерах.

Роликовые радиально-упорные сферические двухрядные подшипники (рис. 4.18, з) обладают при тех же габаритных размерах большей грузоподъемностью по сравнению с другими типами подшипников. Такие подшипники могут воспринимать одновременно радиальную и двухстороннюю осевую нагрузку, которая не должна превышать 20 % неиспользованной допустимой радиальной нагрузки. Конструктивной разновидностью подшипников этого типа являются подшипники с конусным отверстием внутреннего кольца.

Роликовые подшипники с витыми роликами (рис. 4.18, и) предназначены для восприятия только радиальной нагрузки, могут также воспринимать ударные нагрузки.

Роликовые игольчатые подшипники (рис. 4.18, к) воспринимают только радиальную нагрузку и в зависимости от конструкции узла могут быть использованы без наружного или внутреннего кольца или без обоих колец, в этом случае беговые дорожки под тела качения выполняются на валу и в корпусе. Такие подшипники весьма чувствительны к перекосу рабочих поверхностей.

Роликовые конические однорядные (рис. 4.18, л) и **двухрядные** (рис. 4.18, м) подшипники предназначены для восприятия радиальных и осевых нагрузок. При установке двух подшипников рядом или на противоположных концах двухопорного вала они способны воспринимать чисто радиальные нагрузки. Так как наружное кольцо съемное, то такой подшипник удобен для отдельного монтажа. Однорядные подшипники применяют в узлах машин с жесткими двухопорными валами при небольшом расстоянии между опорами.

Роликовые упорные подшипники с коническими роликами (рис. 4.18, н) воспринимают только осевые нагрузки.

Роликовые упорные сферические подшипники (рис. 4.18, о) воспринимают осевую, но одновременно и небольшую радиальную нагрузки. Такие подшипники могут работать с большими окружными скоростями.

Подготовка деталей подшипникового узла к сборке. Подготовка деталей подшипникового узла к сборке заключается в извлечении подшипника из упаковки, его расконсервировании, т. е. в удалении предохранительной смазки и очистке.

Подшипник промывают в бензине или керосине, в горячем масле или подогретых антикоррозионных водных растворах при температуре 75...85 °С.

Промывка подшипника в горячем масле осуществляется в специальных ваннах с электрическим или с паровым подогревом. Подшипники помещают в корзины из проволочной сетки в целях предотвращения их контакта с разогретым дном и осевшей в процессе промывки грязью. Для ускорения промывки корзину периодически встряхивают. Время промывки составляет 15...20 мин в зависимости от габаритных размеров подшипника и количества консервирующей смазки. При большом числе подшипников используют две ванны: для предварительной и окончательной промывки.

К подшипниковым узлам и входящим в него деталям предъявляют следующие технические требования:

- посадочные поверхности подшипника и тела качения должны быть чистыми и гладкими, без каких-либо внешних дефектов;
- при вращении от руки подшипник должен вращаться тихо, без шума, допускается лишь небольшое шелестение;
- посадочные места на валу и в корпусе должны быть чисто обработаны;
- отклонения формы, шероховатости, взаимного расположения поверхностей, а также их размеров должны соответствовать величинам, приведенным в технической документации;
- правильно смонтированный подшипник должен работать плавно, без шума и толчков;
- подшипник не должен нагреваться свыше 70 °С.

Для обеспечения выполнения перечисленных требований к деталям подшипникового узла необходимо перед началом сборки произвести входной контроль этих деталей.

В процессе входного контроля деталей подшипникового узла проверяют маркировку, легкость вращения, габаритные размеры. Подшипники с царапинами и коррозионными пятнами выбраковывают.

В случае необходимости, особенно при сборке узлов высокоточного оборудования, контролируют радиальное и осевое биение, радиальный и осевой зазоры. Для контроля радиальных и осевых зазоров в подшипниках рекомендуется применение специальных приборов моделей БВ-7660, БВ-7660М и БВ-7661 (рис. 4.19) разработанных и выпускаемых Научно-исследовательским и конструкторским институтом средств измерения в машиностроении (ОАО «НИИИзмерения», Россия).

Посадочные места на валу и в корпусе должны соответствовать требованиям чертежа по геометрической форме, размерам и шероховатости посадочной поверхности. На них не должно быть заусенцев, забоин, царапин, задиров. Перед сборкой посадочные места промывают керосином и просушивают. Смазочные каналы, обеспечивающие подвод смазки к подшипниковым узлам, должны быть тщательно очищены и продуты сжатым воздухом.

Диаметры шеек валов контролируют при помощи калибров или универсальных измерительных инструментов соответствующей точности.



Рис. 4.19. Приспособления для контроля радиальных [а] и осевых [б] зазоров подшипников

Диаметры отверстий корпусов проверяют калибрами-пробками или при помощи микрометрического нутромера или индикатора часового типа, установленного на стойке.

Радиус закругления галтели на валу и перпендикулярность заплечика вала посадочной поверхности проверяют соответственно радиусомером или шаблоном и угольником или индикатором.

При контроле отверстий в корпусах высокоточного оборудования рекомендуется применение портативной измерительной системы с индуктивным преобразователем (рис. 4.20), которая обеспечивает измерения с точностью до 0,1 мкм, выпускается такая измерительная система ОАО «НИИИзмерения» (Россия).

Для соединения подшипника качения с валом и корпусом установлены посадки. В зависимости от характера требуемого соединения (с зазором, с натягом, переходное) поля допусков посадочных мест валов выбирают в системе отверстия, а отверстий корпусов — в системе вала.

Для обеспечения установленной техническими условиями посадки подшипника на валу и в корпусе необходимо подобрать посадочные размеры наружных и внутренних колец валов таким образом, чтобы они укладывались в поля допусков для установленной техническими условиями посадки. Такая операция называется селекцией подшипников.

Монтаж подшипников качения на вал. Работоспособность, надежность и долговечность подшипника качения зависят не только от качества его изготовления и материала, из которого он изготовлен, но и от качества его установки в узел (при неправильной установке подшипники быстро изнашиваются). Подшипник должен точно фиксировать положение вала в сборочной единице, на него



Рис. 4.20. Портативная измерительная система с индуктивным преобразователем

не должны влиять дополнительные нагрузки от температурных деформаций и перетягивания узла при его монтаже.

При установке на вал подшипник независимо от применяемой в соединении с валом посадки следует нагреть в минеральном масле, температура которого не должна превышать 100 °С. Для тепловой обработки подшипников перед их установкой на вал вместо нагрева в масляных ваннах может быть использован нагрев с помощью индукционных установок.

Наилучших результатов при установке подшипников на вал удастся добиться при их напрессовывании при помощи пресса. В этом случае монтаж подшипников осуществляется с использованием оправок, что обеспечивает передачу усилия напрессовывания непосредственно на торец кольца подшипника.

Если шейка вала под подшипник расположена на большом расстоянии от его конца, то напрессовывание на прессе невозможно. В этом случае рекомендуется использовать медную выколотку, следя в процессе напрессовывания за тем, чтобы в момент удара по выколотке она касалась внутреннего кольца подшипника, причем при каждом ударе выколотку следует перемещать вдоль торца этого кольца. Качество напрессовывания проверяют по плотности прилегания внутреннего кольца к заплечикам вала.

Более рационально производить напрессовывание подшипника на шейку вала, расположенного на значительном расстоянии от его конца, используя специальное приспособление (рис. 4.21). В этом случае приспособление закрепляют на валу 2, устанавливаемом в

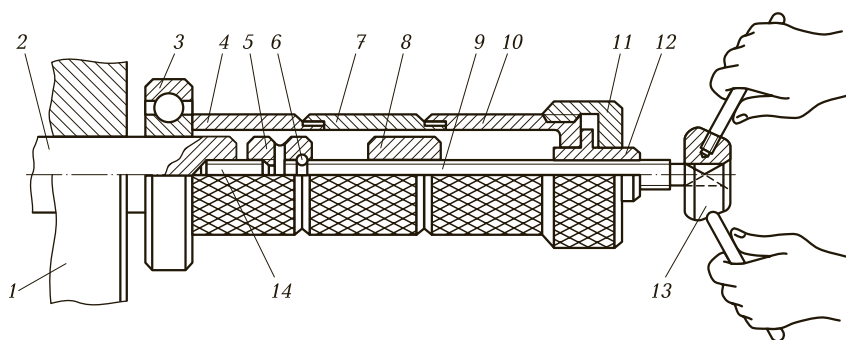


Рис. 4.21. Приспособление для напрессовывания подшипников на вал:
1 — корпус; 2 — вал; 3 — подшипник; 4, 7 — стаканы-удлинители; 5 — резьбовая втулка; 6 — упорный штифт; 8 — резьбовой сухарь; 9 — винт; 10 — стакан; 11 — гайка; 12 — упорная втулка; 13 — штурвал; 14 — технологический винт

корпусе 1 механизма. Приспособление имеет форму трубы, состоящей из сменных стаканов-удлинителей 4 и 7. Стакан 10 имеет наружную резьбу, при сборке в него вставляют резьбовую втулку 12 с винтом 9 и закрепляют гайкой 11. Во избежание прогиба винта в центре трубы расположен цилиндрический резьбовой сухарь 8. Передний конец винта 9 имеет форму квадрата, на который надевают штурвал 13. На заднем конце винта проточена радиусная канавка, по которой перемещается упорный штифт 6, установленный в резьбовой втулке 5. При необходимости втулку можно накрутить на технологический винт 14, ввернутый в вал 2. Осевая сила для напрессовывания подшипника 3 создается при вращении штурвала 13, который, вращая винт 9 при помощи втулки 5, накрученной на винт 14, перемещает трубу приспособления. Торец приспособления упирается в торец подшипника 3 и напрессовывает его на вал. Напрессовывание подшипника должно быть плавным, без перекосов. Благодаря наличию сменных деталей (стаканов-удлинителей 4 и 7 и втулки 5) приспособление можно использовать для установки подшипников качения на валах различной длины и диаметра.

Напрессовывание на вал крупногабаритных подшипников качения связано с определенными трудностями, обусловленными возможностью их перекоса на шейке вала в процессе установки. Поэтому для напрессовывания таких подшипников рекомендуется использовать специальные приспособления с винтовым или гидравлическим приводом, обеспечивающим необходимое усилие напрессовывания.

Приспособление с винтовым приводом (рис. 4.22) применяют в тех случаях, когда на конце вала имеется резьба. Это приспособле-

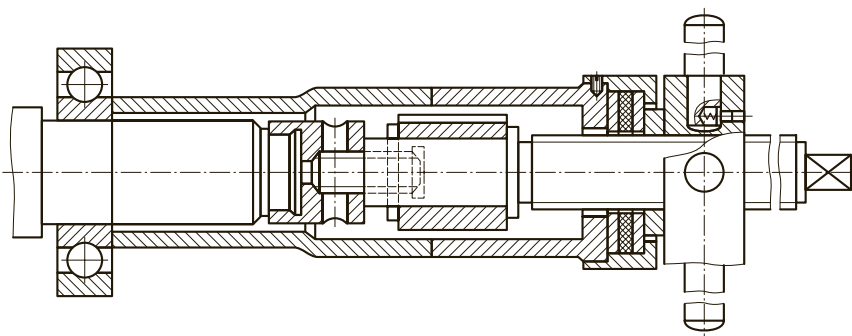


Рис. 4.22. Приспособление с винтовым приводом для напрессовывания подшипника качения на вал

ние состоит из корпуса и винта, обеспечивающего создание необходимого усилия при напрессовывании подшипника. К приспособлению прилагается комплект сменных втулок и гаек, позволяющий напрессовывать подшипники на валы различного диаметра.

Напрессовывание подшипника на вал при помощи такого приспособления осуществляется по следующей схеме. На резьбовой конец вала навинчивают сменную гайку и надевают на него втулку. В соединительное резьбовое отверстие гайки ввинчивают шпильку, установленную в торце винта приспособления до тех пор, пока торцевая поверхность корпуса приспособления не коснется торцевой поверхности втулки, установленной на вал. Затем, вращая штурвал винтового привода приспособления, протягивают вал через отверстие подшипника до тех пор, пока его заплечики не коснутся торцевой поверхности внутреннего кольца подшипника.

Данное приспособление широкоуниверсальное и применяется в условиях единичного и мелкосерийного производства. Однако при напрессовывании крупногабаритных подшипников усилия, создаваемого винтовым приводом, может оказаться недостаточно. В этих случаях для напрессовывания подшипников используют приспособления с гидравлическим приводом.

Приспособление для напрессовывания крупногабаритных подшипников с гидравлическим приводом (рис. 4.23) по конструкции не отличается от описанного ранее винтового приспособления.

На вал навинчивают сменную гайку 1 и устанавливают втулку. На сменную гайку навинчивают корпус 2 приспособления до тех пор, пока торцевая поверхность поршня 3 не коснется торца втулки. Далее ручным насосом 4 нагнетают гидравлическую жидкость в полость А, создавая давление, необходимое для напрессовывания подшипника. Гидравлическую жидкость, используемую для этих целей, предварительно заливают в резервуар 5, закрепляемый на крышке приспособления и имеющий внизу отверстие, закрытое пробкой 6. По окончании операции напрессовывания пробку 6 выворачивают, а гидравлическую жидкость из полости А сливают.

Наряду с рассмотренными приспособлениями для напрессовывания крупногабаритных подшипников применяют так называемые гидравлические гайки.

Гидравлическая гайка (рис. 4.24) — установка для нагнетания под давлением минерального масла между сопрягаемыми деталями. Суть этого способа заключается в следующем. Переднюю часть шейки вала шлифуют до такой степени, чтобы ее размер

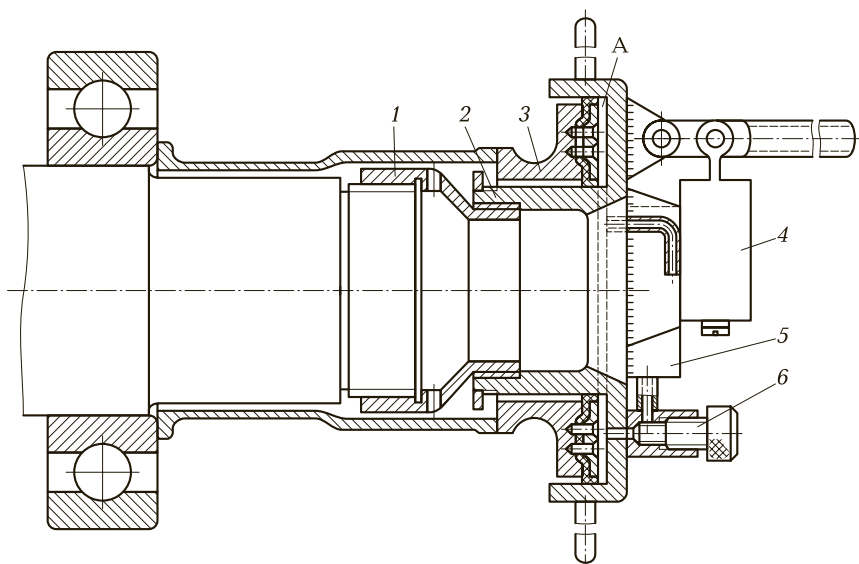


Рис. 4.23. Приспособление с гидравлическим приводом для напрессовывания на вал крупногабаритных подшипников:

1 — сменная гайка; 2 — корпус приспособления; 3 — поршень; 4 — ручной насос; 5 — резервуар для гидравлической жидкости; 6 — пробка; А — рабочая полость

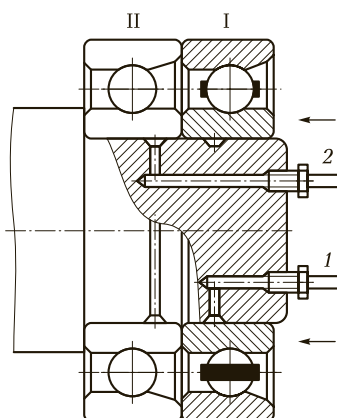


Рис. 4.24. Гидравлическая гайка:

1, 2 — трубопроводы; I, II — положение подшипника соответственно до и после напрессовывания; → — направление напрессовывания

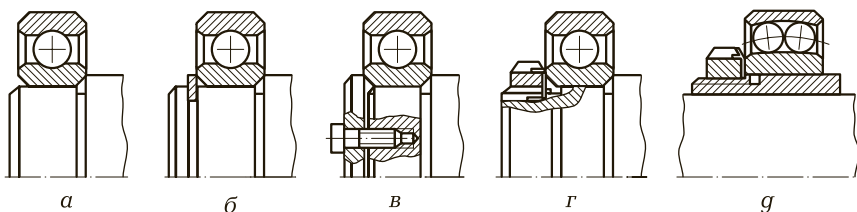


Рис. 4.25. Способы стопорения подшипников на валу:

а — за счет посадки; *б* — пружинным стопорным кольцом; *в* — стопорной шайбой; *г* — упорной гайкой; *д* — распорной втулкой

обеспечивал натяг в соединении вал — подшипник (величина этого натяга должна составлять примерно 30 % натяга на посадочном месте шейки вала). Такая обработка вала позволяет снизить усилие на начальном этапе установки подшипника (положение I), когда масло подается по трубопроводу 1 в зону контакта. После установки подшипника в положение I подают масло под давлением по трубопроводу 2, внутреннее кольцо подшипника при этом несколько расширяется и возможно его напрессовывание на вал на основное посадочное место в положение II.

После установки на вал положение подшипника следует зафиксировать от возможных осевых перемещений. Фиксация положения подшипника на валу может быть осуществлена несколькими способами, которые схематически показаны на рис. 4.25.

Монтаж подшипников качения в корпус. Подшипники качения запрессовывают в отверстие корпуса вручную или на прессе, применяя при этом специальную оправку. При запрессовывании подшипников в корпус необходимо обеспечить их правильную ориентацию относительно оси отверстия. Для этих целей применяют приспособления, схемы которых приведены на рис. 4.26.

Закрепляют подшипники в корпусе за счет соответствующей посадки. Для дополнительного крепления подшипников в целях предупреждения их перемещения в осевом направлении применяют уступ, заплечики или буртики в отверстии корпуса, стакане либо крышке, закрывающей подшипниковый узел в корпусе. Если необходимо обеспечить неподвижность наружного кольца в двух осевых направлениях, используют сочетание уступов в корпусе и крышке или в стакане и крышке. При установке в корпус плавающих или радиально-упорных подшипников, которые в процессе регулирования должны иметь осевое перемещение, используют посадки с зазорами или переходные посадки. В подшипниках ка-

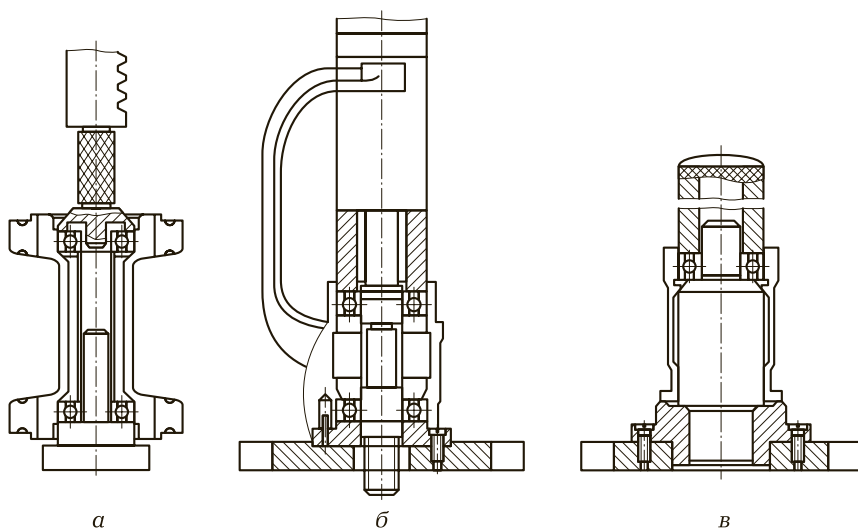


Рис. 4.26. Приспособления для обеспечения ориентации подшипника относительно оси отверстия при его запрессовывании в корпус:
а—*в* — варианты подставок

чения различают два типа зазоров: радиальные и осевые. Радиальные зазоры проверяют после установки подшипников на вал и в корпус. Проверку осуществляют на отсутствие качки, кроме того, при проворачивании вручную подшипник должен вращаться легко и плавно. Осевые зазоры регулируют за счет перемещения одного кольца подшипника относительно другого. При этом необходимо проворачивать кольцо с телами качения для их правильной самоустановки. Кольца упорных подшипников, напрессованные на вал, проверяют с помощью индикатора на осевое биение.

Уплотнение подшипниковых узлов. Подшипники качения в процессе эксплуатации должны быть тщательно защищены от попадания в них пыли и других видов загрязнений. С этой целью, а также для предупреждения вытекания смазки из подшипникового узла применяют различные уплотнительные устройства.

Фетровые или **войлочные кольца** (рис. 4.27, *а*) — кольца прямоугольного сечения, устанавливаемые в трапецеидальную канавку в корпусе. За счет деформации кольца в канавке кольцо прижимается к валу, уплотняя узел. Внутренний диаметр кольца равен диаметру вала, а наружный — диаметру канавки в корпусе. Толщина кольца зависит от диаметра вала.

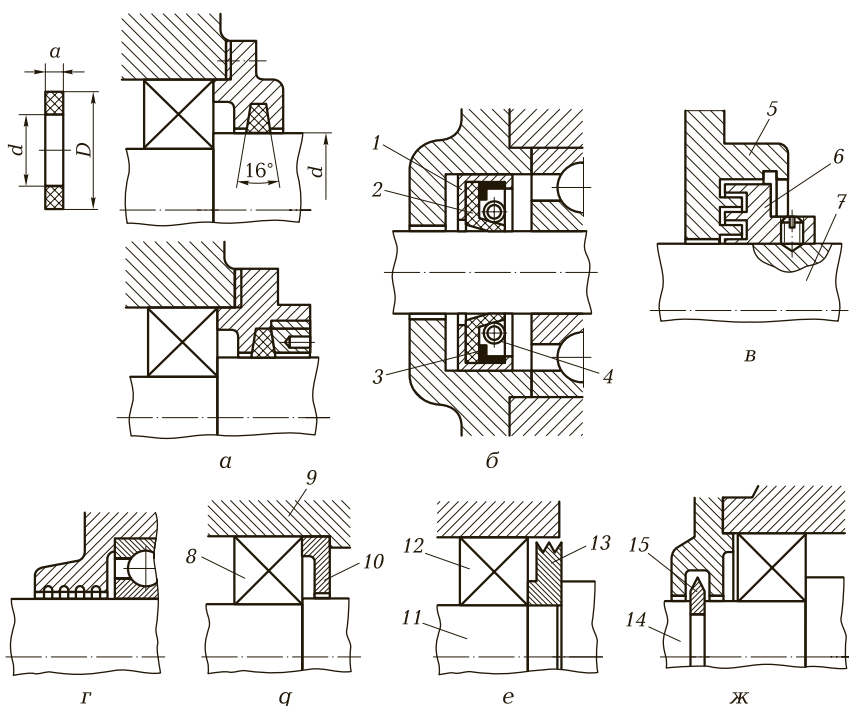


Рис. 4.27. Уплотнение подшипниковых узлов с подшипниками качения:

а — фетровыми или войлочными кольцами; *б* — манжетой; *в* — шайбами с кольцевыми выступами; *г* — кольцевыми проточками в корпусе; *д* — защитной шайбой; *е* — вращающейся шайбой; *ж* — кольцами с канавками; 1 — корпус; 2 — манжета; 3 — пружинная шайба; 4 — пружина; 5 — крышка; 6, 10, 13 — шайбы; 7, 11, 14 — вали; 8, 12 — подшипники; 9 — корпус; 15 — кольцо; *a* — толщина кольца; *d*, *D* — соответственно внутренний и внешний диаметр кольца

Применяют фетровые и войлочные кольца при использовании для смазывания подшипниковых узлов консистентных смазок. Кольца эффективно выполняют свою задачу при окружной скорости вала до 4 м/с при шлифованной шейке вала и до 8 м/с — при полированной шейке. Кольца хорошо защищают подшипниковый узел от проникновения пыли, хуже — от вытекания смазки. Применение в качестве уплотнения фетровых и войлочных колец вызывает появление в подшипниковом узле дополнительных сил трения.

Перед установкой кольца пропитывают горячим минеральным маслом и устанавливают при помощи конусных оправок. Величину зазора между уплотнительным кольцом и валом проверяют щупом.

Манжетное уплотнение (рис. 4.27, б) состоит из резиновой или кожаной манжеты 2, корпуса 1, пружинной шайбы 3 и пружины 4. Манжету 2 размещают в корпусе 1, в котором она удерживается пружинной шайбой 3. Витая пружина 4 обеспечивает равномерное прижатие манжеты к валу. Уплотнение защищает от попадания пыли и вытекания смазки. Манжетные уплотнения обеспечивают эффективную защиту подшипникового узла при окружных скоростях вала 4...8 м/с. Поверхность вала, находящаяся в контакте с манжетой, должна иметь шероховатость Ra не более 1,25 мкм, радиальное биение не должно превышать 0,05 мм. Манжета не должна слишком плотно прилегать к валу (щуп толщиной 0,1 мм должен проходить с трудом).

Шайба с кольцевыми выступами (рис. 4.27, в) крепится на валу 7. Такие же выступы имеются на крышке 5, они входят во впадины шайбы 6. Создается зазор сложной формы, в него затекает смазка и удерживается в зазоре силами поверхностного натяжения, уплотняя тем самым подшипниковый узел. Величина зазора в радиальном направлении составляет 0,3...0,5 мм, а в осевом — 1...2,5 мм.

Шайба является надежным уплотнением, применяемым при всех видах смазки, допускает любые скорости. При ее применении отсутствуют потери на трение.

Кольцевые проточки в корпусе (рис. 4.27, г) выполняют в виде 3—4 полукруглых канавок радиусом 1,5...2,5 мм в зависимости от диаметра вала (канавки могут иметь трапецеидальную форму). Расстояние между канавками равно радиусу. Попадающая в канавки смазка удерживается в них, обеспечивая уплотнение узла.

Неподвижная защитная шайба 10 (рис. 4.27, г) устанавливается рядом с подшипником 8 в корпусе 9. Шайбы могут быть точечными и штампованными. Между валом и шайбой имеется небольшой зазор. Применяют такое уплотнение при использовании для смазывания подшипникового узла консистентной смазки и окружных скоростях до 6 м/с.

Вращающаяся шайба (рис. 4.27, е) размещается между заплечиками вала 11 и подшипником 12. Между корпусом и шайбой 13 имеется зазор. Для лучшего уплотнения протачивают по образующей поверхности шайбы кольцевые канавки. Используют такие шайбы в тех случаях, когда смазывание подшипниковых узлов осуществляется жидкой смазкой. Шайбы обеспечивают защиту узла от загрязнения и вытекания смазки, а также служат в качестве маслоотражателей для предупреждения попадания излишней смазки в подшипниковый узел.

Маслоотражательные кольца и канавки (рис. 4.27, ж) применяются при использовании жидкой смазки и окружных скоростях свыше 6 м/с. На валу 14 ставят кольца 15 либо изготавливают выступы как единое целое с валом. Центробежная сила отбрасывает масло с кольца в кольцевую канавку крышки, откуда оно через отверстие стекает в корпус.

Контроль качества сборки. После установки подшипника качества проверяют его прилегание к запечикам вала и корпуса щупом в нескольких местах по периметру. Щуп толщиной 0,03 мм не должен входить между запечиками и подшипником.

Уступ на валу или в корпусе должен быть по высоте не менее половины толщины соответствующего кольца подшипника. Тела качения подшипника не должны быть защемлены. Проверка осуществляется проворачиванием подшипника от руки. Проворачивание должно быть легким, иметь плавный ход и при этом создавать незначительный шум.

В подшипнике при его проворачивании от руки должно ощущаться небольшое осевое перемещение. Это не относится к подшипниковым узлам, в которых подшипники устанавливаются с предварительным натягом.

Особенности монтажа некоторых типов подшипников. Сборка высокоточных (прецизионных) подшипниковых опор, когда применяют установку спаренных подшипников (например, в станкостроении), требует увеличения их жесткости и уменьшения осевого и радиального биения. С этой целью в таких подшипниковых опорах создают предварительный натяг. Осуществляют это за счет приложения постоянной осевой нагрузки, под воздействием которой происходит смещение одного из колец подшипника относительно другого на величину заданного предварительного натяга. Такое смещение обеспечивает ликвидацию осевого зазора и создает начальную упругую деформацию в местах контакта рабочих поверхностей колец подшипника с телами качения. При этом следует учитывать, что предварительный натяг приводит к увеличению потерь на трение, повышению температуры нагрева подшипникового узла и связанных с этим нагревом деформаций, что в конечном итоге ведет к снижению долговечности подшипниковых узлов с предварительным натягом.

В процессе сборки предварительный натяг создают различными способами: шлифованием торцов наружных или внутренних колец; установкой дистанционных колец между наружными и внутренними кольцами подшипников; установкой пружин, обеспечивающих постоянную величину натяга.

Наиболее сложным представляется создание предварительного натяга с использованием дистанционных колец, так как требуется очень точное определение их толщины.

Разница в толщине дистанционных колец, устанавливаемых между наружными и внутренними кольцами комплекта подшипников, может быть определена с помощью специальных или универсальных приспособлений.

Специальные приспособления для определения разницы толщины дистанционных колец применяют в условиях крупносерийного и массового производства, так как они рассчитаны на использование для подшипников определенного типа и размера.

При определении разницы в толщине дистанционных колец (рис. 4.28), подшипники устанавливают на оправке с посадкой с натягом и на втулке с переходной посадкой. После установки подшипников приспособление помещают под пресс, создавая усилие на оправке, минимальная величина которого определяется по формуле $P_{\min} = 0,014zd_{\text{ш}}^2$, где z — число шариков в подшипнике; $d_{\text{ш}}$ — диаметр шарика. После приложения усилия измеряют расстояния h_1 и h_2 между наружными и внутренними кольцами подшипников, полученная разность между этими размерами определяет толщину дистанционных колец, обеспечивающую нормальную работу узла. Измерения должны проводиться при помощи индикаторных измерительных инструментов.

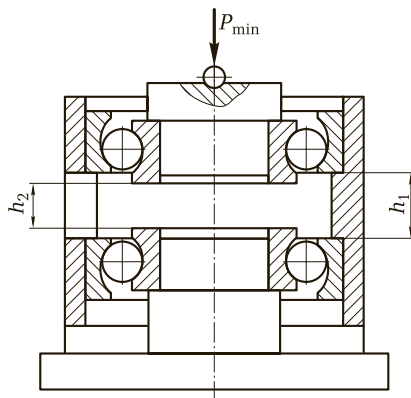


Рис. 4.28. Установка для определения длины распорных втулок:

P_{\min} — минимальная величина усилия, действующего на оправку; h_1 , h_2 — расстояние между торцами соответственно наружных и внутренних колец

Универсальное приспособление для определения смещения торцов колец подшипников (рис. 4.29) обеспечивает с высокой точностью определение относительных осевых перемещений торцов колец подшипников комплекта. На плите основания 7 крепятся стойки 8 с установленным на них механическим манометром, который состоит из штока 3 с поршнем 4, размещенных в корпусе и закрытых крышкой 13. Динамометр крепится на планшайбе 12, а его показания фиксируются манометром 5. Гидравлический динамометр приводится в действие винтом 1, который соединяется со штоком 3 муфтой 2, компенсирующей несопадение осей винта и штока гидравлического динамометра. Вертикальное перемещение гидравлического динамометра без его проворачивания вокруг собственной оси осуществляется за счет направляющих 14, уста-

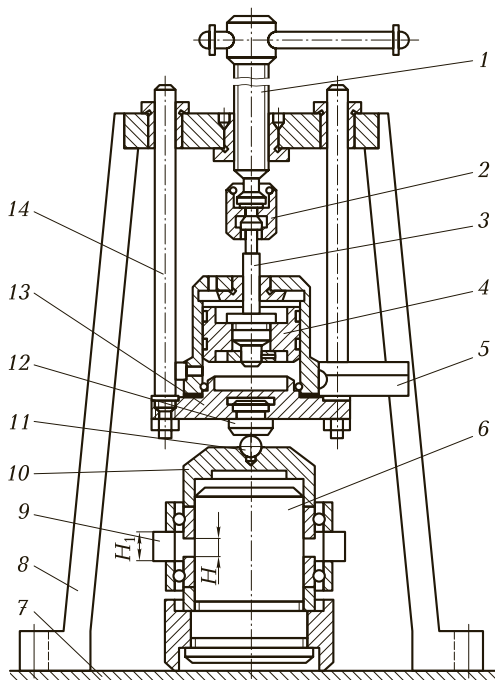


Рис. 4.29. Приспособление для определения относительного смещения торцов колец подшипников:

1 — винт; 2 — муфта; 3 — шток; 4 — поршень; 5 — манометр; 6, 10 — оправки; 7 — основание; 8 — стойка; 9 — концевая мера длины; 11 — шарик; 12 — планшайба; 13 — крышка; 14 — направляющая; H , H_1 — измеряемые размеры колец в комплекте подшипников

новленных во втулках, запрессованных в плите, размещенных на стойках 8.

Толщину колец в комплекте подшипников, которые обеспечивают предварительный натяг в подшипниковом узле, определяют следующим образом.

На оправку 6 устанавливают комплект из двух подшипников и прикладывают к ним усилие, вращая винт 1, регулируя его величину по манометру, определяют осевое смещение $\Delta H = H - H_1$.

Для создания предварительного натяга в спаренных шариковых подшипниках качения может быть использована иная схема, которая широко применяется в условиях единичного и мелкосерийного производства. В этом случае предварительный натяг создают следующим образом.

Один из подшипников собираемого узла устанавливают на оправку и наносят на торцевую поверхность его внутреннего кольца слой полимерного материала, затем устанавливают распорное кольцо, диаметр которого соответствует диаметру наружного кольца подшипника, и устанавливают на оправку второй подшипник комплекта. На внутреннее кольцо второго подшипника устанавливают груз, масса которого соответствует величине требуемого предварительного натяга. Собранный комплект выдерживают до полной полимеризации ранее нанесенного полимерного материала. На заключительном этапе собранный таким образом подшипниковый узел устанавливают на место.

При необходимости регулирования предварительного натяга в роликовых двухрядных подшипниках с цилиндрическими роликами поступают следующим образом (рис. 4.30).

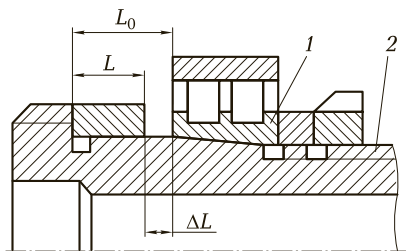


Рис. 4.30. Схема регулирования предварительного натяга в узлах с роликовыми двухрядными подшипниками с цилиндрическими роликами:

1 — внутреннее кольцо подшипника; 2 — шейка вала; L — толщина распорного кольца; L_0 — измеряемое расстояние от торца подшипника до буртика вала; ΔL — расчетное осевое смещение

На конической шейке 2 вала устанавливают внутреннее кольцо 1 подшипника и измеряют расстояние L_0 от заплечика вала до торца внутреннего кольца, используя концевые меры длины. После этого определяют толщину L распорного кольца, которая должна соответствовать разности между расстоянием от заплечиков вала до торцевой поверхности внутреннего кольца подшипника и его расчетным осевым смещением.

Сборка и регулирование узла с радиально-упорным роликовым подшипником с коническими роликами (рис. 4.31) начинается с подготовки деталей — их очистки и промывки и проверки геометрических размеров и формы посадочных мест на валу и в корпусе. После этого на посадочные шейки вала устанавливают внутренние кольца подшипника, надевая на них сепараторы с роликами; устанавливают вал в корпус. Затем в отверстия корпуса устанавливают наружные кольца подшипника и закрывают их крышками. С правой стороны устанавливают крышку с прокладками и регулировочным винтом, а с левой — крышку с прокладками. Регулирование подшипникового узла начинают с левой опоры. Определяют толщину комплекта прокладок (рис. 4.31, а), закрепляя крышку 1 на корпусе винтами, после чего измеряют величину зазора K между крышкой и корпусом, затем подготавливают комплект прокладок толщиной $K + C$, где C — требуемая величина зазора в подшипниковом узле. Подобранный таким образом ком-

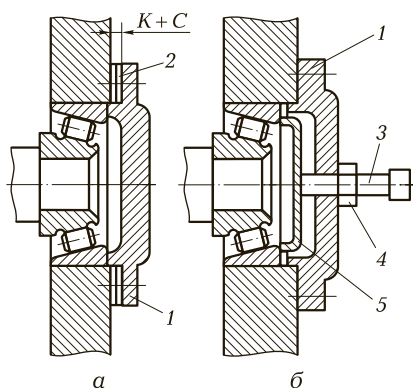


Рис. 4.31. Схема регулирования радиально-упорного роликового подшипника:

а — прокладками; б — проставками; 1 — крышка; 2 — прокладка; 3 — регулировочный винт; 4 — контргайка; 5 — проставка; K — зазор между крышкой и корпусом; C — зазор в подшипниковом узле

плект прокладок 2 устанавливают между корпусом и крышкой, закрепляя последнюю винтами.

Регулирование зазора в подшипниковом узле правой опоры осуществляют, устанавливая в отверстие корпуса проставку 5 и крышку 1, закрепив ее винтами. После этого отпускают контргайку 4 регулировочного винта 3 и затягивают его до отказа, выбирая зазор в правой подшипниковой опоре. Затем регулировочный винт 3 отпускают так, чтобы его осевое смещение соответствовало указанной величине осевого зазора в подшипниковом узле, и затягивают контргайку 4.

Конструкция и сборка подшипникового узла с игольчатым подшипником. В комплект подшипника входят два кольца: внутреннее и наружное, а также иглы — ролики малого диаметра и большой длины и боковые ограничители, предупреждающие выпадение роликов из собранного узла. Применяют этот тип подшипников качения в тех случаях, когда в узлах действуют большие инерционные силы, а габаритные размеры узла и его масса ограничены.

Рабочие поверхности игольчатого подшипника могут быть образованы поверхностями сопрягаемых деталей — валом (наружная поверхность) и втулкой (внутренняя поверхность). В качестве боковых поверхностей могут служить различные детали, выполненные в виде колец или заплечиков на сопрягаемых деталях.

Игольчатые подшипники не имеют сепаратора, а плотное прилегание игл друг к другу устраняет возможность их перекоса в процессе работы. Для обеспечения плотного прилегания игл при монтаже следует устанавливать иглы как можно ближе друг к другу, делая между ними минимальные зазоры.

Сборка подшипникового узла с игольчатыми подшипниками ведется с использованием монтажной втулки или монтажного вала.

Сборку с применением монтажной втулки-кольца (рис. 4.32, а) начинают с нанесения на поверхность посадочной шейки вала консистентной смазки, после чего вал 1 устанавливают в монтажное полукольцо 2, а в зазор между ними вводят игольчатые ролики 3. Эта операция проводится при периодическом повороте вала до тех пор, пока не будут установлены все ролики комплекта. После установки всех роликов на вал надевают охватывающую деталь, смещая с него монтажное кольцо.

Если в процессе сборки подшипникового узла с игольчатым подшипником вместо монтажного кольца применяют монтажный вал (рис. 4.32, б), то консистентную смазку наносят на внутреннюю поверхность отверстия и вставляют в него монтажный вал 6,

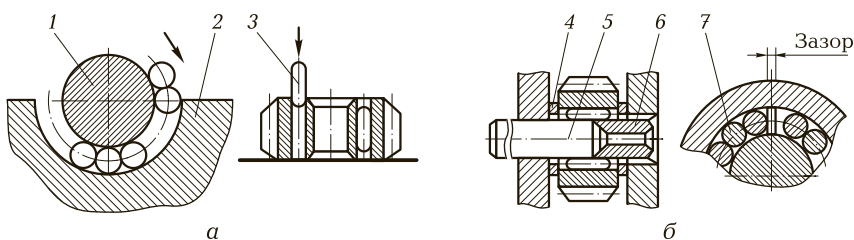


Рис. 4.32. Схема монтажа игольчатого подшипника:

а — на монтажном полукольце; *б* — на монтажном валу; 1, 5, 6 — валы; 2 — монтажное полукольцо; 3, 7 — игольчатые ролики; 4 — ограничительное кольцо

диаметр которого на 0,1...0,2 мм меньше номинального диаметра вала. После введения в отверстие монтажного вала в зазор между ним и внутренней поверхностью отверстия устанавливают игольчатые ролики 7 так, чтобы последний ролик входил свободно. На заключительном этапе устанавливают ограничительные кольца 4 и устанавливают на место рабочий вал 5, вытесняя из отверстия монтажный вал, игольчатые ролики и ограничительные кольца при этом должны оставаться на месте.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем различие между жесткими и компенсирующими муфтами?
2. С какой целью применяют упругие муфты?
3. Почему применение фрикционных сцепных муфт предпочтительнее применения зубчатых и кулачковых?
4. В чем отличие разрушаемых предохранительных муфт от неразрушаемых?
5. Почему в карданных передачах необходимо применение двух карданных муфт?
6. В каких случаях применяют подшипники скольжения?
7. С какой целью на внутренней поверхности вкладыша подшипника скольжения делают канавки?
8. В чем состоит достоинство подшипника скольжения жидкостного трения?
9. Как добиться плотного прилегания вкладыша подшипника скольжения к корпусу?
10. Почему после установки втулки в неразъемный подшипник скольжения требуется ее дополнительная обработка?

11. Какие признаки положены в основу классификации подшипников качения?
12. Как подготовить подшипник качения к сборке?
13. С какой целью и каким образом осуществляют предварительный натяг в подшипниковых узлах с подшипниками качения?
14. От чего зависит выбор типа уплотнительного устройства для подшипниковых узлов с подшипниками качения?
15. Каковы особенности монтажа спаренных подшипников качения?

МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДАЧИ ДВИЖЕНИЯ И ИХ СБОРКА

5.1. РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ И ИХ СБОРКА

Конструкция ременных передач. Ременная передача состоит из двух шкивов: ведущего и ведомого. Шкивы, расположенные на расстоянии друг от друга, соединены гибкой связью — ремнем, который надевают на шкивы с натяжением. Вращение от ведущего шкива к ведомому передается за счет сил трения, возникающих между ремнем и шкивом. По форме поперечного сечения ремня различают плоскоременные, клиноременные, поликлиновые и круглоременные передачи (рис. 5.1, *a—r*), а также зубчато-ременные (рис. 5.1, *g*), которые занимают промежуточное положение между ременными и зубчатыми передачами, объединяя достоинства тех и других.

Типы ремней ременных передач. Применение эластичных ремней обеспечивает плавность и бесшумность работы ременных передач. Благодаря возможности проскальзывания ремня, ременные

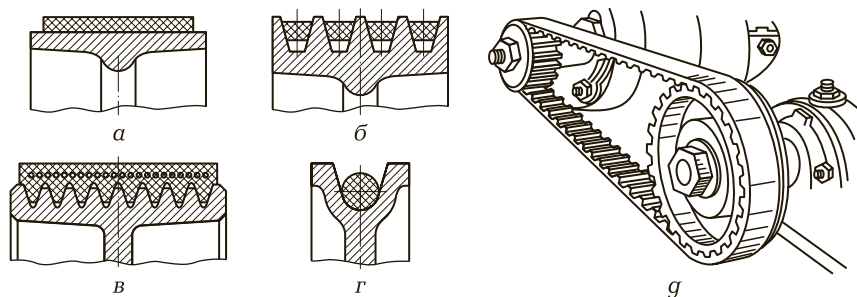


Рис. 5.1. Типы ременных передач:

a — плоскоременная; *б* — клиноременная; *в* — поликлиновая; *г* — круглоременная; *д* — зубчато-ременная

передачи одновременно выполняют роль устройств, предохраняющих механизмы от перегрузки. Исключение составляют зубчатые передачи, в которых проскальзывание отсутствует.

Плоскоременные передачи применяют, когда необходимо передавать движение на большие расстояния. Если при малых межосевых расстояниях необходима передача движения с большими передаточными отношениями или от одного ведущего шкива к нескольким ведомым, то наиболее предпочтительным является использование клиноременной передачи.

Варьирование нагрузочной способности ременных передач осуществляется по-разному: в плоскоременных передачах меняют ширину ремня, а в клиноременных — число ремней при их неизменном поперечном сечении. Применение большого числа клиновых ремней неизбежно приводит к их неравномерной нагрузке, так как длина ремней не одинакова. В связи с этим в клиноременных передачах рекомендуется устанавливать не более 12 ремней.

Чтобы обеспечить трение между шкивом и ремнем, необходимо создать предварительное натяжение последнего. Такое натяжение осуществляется за счет предварительного упругого деформирования ремня или предварительного перемещения одного из шкивов передачи, а также с помощью специального натяжного устройства.

Плоские ремни, представляющие собой в поперечном сечении прямоугольник (см. рис. 5.1, а), изготавливают из различных материалов (кожа, прорезиненные ткани, хлопчатобумажные цельнотканые и синтетические материалы). Выбор материала, из которого изготавливают плоские ремни, зависит от условий эксплуатации [8, с. 194—196].

Концы плоских ремней соединяют различными способами (рис. 5.2), выбор которых зависит от материала, из которого изготовлен приводной ремень, и условий его эксплуатации [8, с. 196].

Клиновые ремни (см. рис. 5.1, б) имеют трапецеидальную форму поперечного сечения. Они изготавливаются бесконечными семи типоразмеров (О, А, Б, В, Г, Д, Е), которые различаются размерами поперечного сечения [8, с. 199]. Размер поперечного сечения клинового ремня выбирают в зависимости от величины передаваемой мощности и скорости [8, с. 200].

Поликлиновые ремни (см. рис. 5.1, в) применяют при скоростях, не превышающих 40 м/с, и передаточном числе до 10. Ремень выполняется бесконечным резиновым с клиновыми выступами на внутренней стороне и несущим слоем из корда.

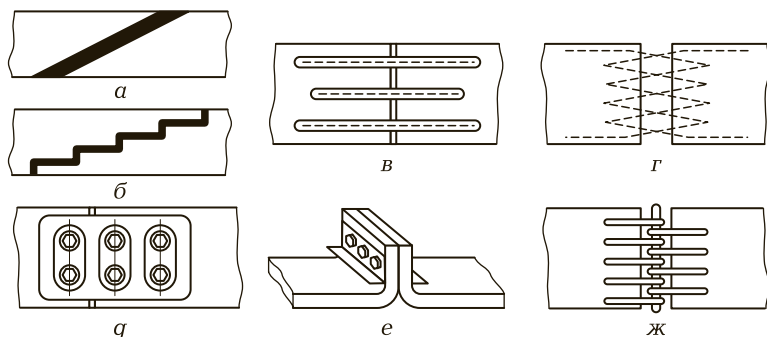


Рис. 5.2. Способы соединения концов плоских ремней:

а — по скошенным участкам; *б* — по уступам; *в, г* — сшиванием встык; *д, е* — жесткими металлическими элементами; *ж* — проволочными крючками с соединительным стержнем

Круглоремennая передача (см. рис. 5.1, г) применяется для передачи малых мощностей. Круглые ремни диаметром 4...8 мм могут быть кожаными, хлопчатобумажными или прорезиненными.

Шкивы. Шкивы ременной передачи изготавливают из чугуна, стали, легких сплавов или пластических масс. Наружную часть шкива, на которую надевают ремень, называют ободом, а центральную, обеспечивающую установку шкива на вал, — ступицей. Обод соединяют со ступицей при помощи диска или спиц. Шкив, устанавливаемый на конце вала, выполняют неразъемным; если требуется установить шкив в середине вала, применяют составные (разъемные) конструкции. При больших габаритных размерах шкивы также выполняют составными. Разъем шкива может быть выполнен как по спицам, так и между ними, но более рациональным является первый способ.

Обод шкива плоскоремennой передачи выполняется плоским или слегка выпуклым, что обеспечивает лучшее удерживание ремня на ободе, т.е. лучшее центрирование ремня. Типы исполнения шкивов приведены на рис. 5.3.

Шкивы клиноремennых передач имеют на ободе канавки под клиновой ремень. Угол наклона боковых поверхностей канавок меньше угла боковых поверхностей ремня, что обеспечивает более плотное его прилегание к боковым поверхностям канавки.

Шкивы, работающие со скоростями более 5 м/с, должны быть подвергнуты статической балансировке.

Статическая балансировка шкивов. Статическая балансировка обеспечивает определение неуравновешенности масс элементов

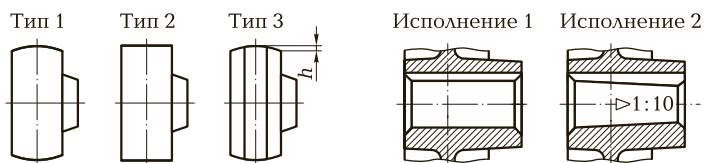


Рис. 5.3. Типы шкивов плоскоременной передачи:

h — высота выпуклости

конструкции и ее устранение путем перестановки отдельных элементов этой конструкции или добавлением дополнительных элементов. Статическая балансировка осуществляется с использованием горизонтальных параллельных призм (рис. 5.4, а), роликов (рис. 5.4, б) и дисков (рис. 5.4, в) или специальной качающейся плиты (рис. 5.5).

Статическую балансировку шкивов с использованием приспособлений, показанных на рис. 5.4, производят следующим образом. На обод шкива наносят риску и вращают его несколько раз на опорах (призматических, роликовых или дисковых), если при этом шкив останавливается так, что риска каждый раз занимает новое положение, это свидетельствует о сбалансированности шкива и возможности его установки на вал. Если же риска каждый раз

при повороте шкива занимает одно и то же положение, это свидетельствует о наличии дисбаланса и необходимости балансировки шкива. Балансировка шкива может быть осуществлена двумя способами: уменьшением массы нижней части шкива путем высверливания отверстий или увеличением массы верхней части, устанавливая противовесы или заливая свинцом просверленные в ней отверстия.

При использовании для определения дисбаланса качающейся плиты (см.

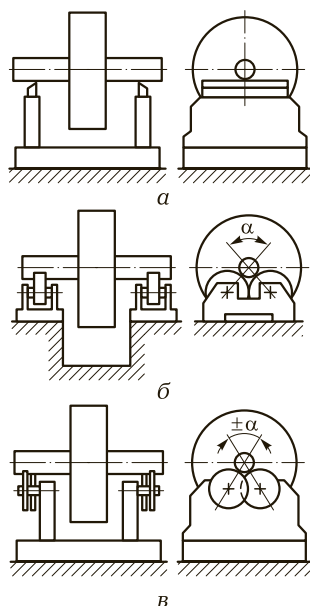


Рис. 5.4. Схемы статической балансировки:

а — на параллельных призмах; б — на роликовых приспособлениях; в — с использованием вращающихся дисков; α — угол, влияющий на точность балансировки

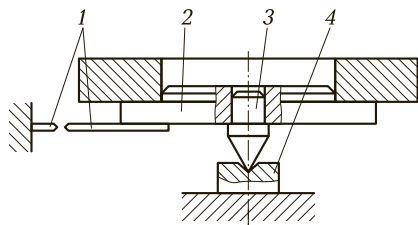


Рис. 5.5. Устройство статической балансировки деталей:

1 — стрелки; 2 — качающаяся плита (площадка); 3 — установочный центр; 4 — опора

рис. 5.5) поступают следующим образом. Устанавливают шкив, подлежащий балансировке, на плиту 2. Плита может отклоняться от горизонтального положения за счет ее установки при помощи центра 3 в опоре 4. Ориентируют шкив относительно оси вращения плиты, затем по поверхности шкива перемещают компенсирующий груз так, чтобы плита приняла горизонтальное положение (положение плиты определяют по взаимному расположению стрелок 1).

После того как плита выставлена в горизонтальном положении, производят добавление и удаление массы шкива в точке расположения компенсирующего груза или в точке, расположенной в той же диаметральной плоскости и на том же расстоянии, что и компенсирующий груз.

Сборка ременной передачи. Процесс сборки ременной передачи состоит из нескольких этапов: сборки составного шкива (если в передаче используется шкив составной конструкции); контроля взаимного расположения валов передачи; установки шкивов на валы, натяжения ремней и контроля собранной передачи. Остановимся подробно на каждом из этих этапов.

Сборка составного шкива (рис. 5.6) заключается в соединении его обода со ступицей с помощью резьбовых деталей 1 или за-

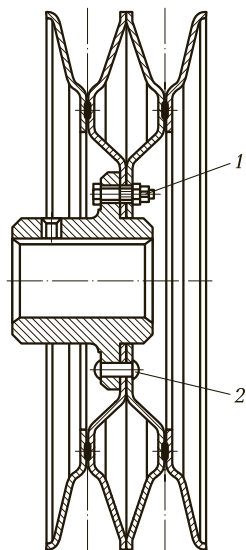


Рис. 5.6. Составной шкив:

1 — резьбовая деталь; 2 — заклепка

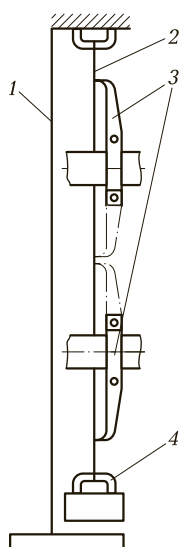


Рис. 5.7. Схема контроля параллельности валов ременной передачи:

1 — стойка; 2 — шнур; 3 — стрелки; 4 — груз

клепок 2 и последующей проверки шкива на радиальное биение. При проверке радиального биения шкив надевают на эталонный вал и устанавливают в центрах. Затем измерительную ножку индикатора, установленного на стойке, вводят в контакт с образующей обода шкива; вал с установленным на нем шкивом проворачивают в центрах, определяя величину радиального биения по отклонению стрелки измерительного устройства индикатора, и сравнивают полученный результат с техническими условиями на сборку.

Контроль взаимного расположения валов передачи оказывает существенное влияние на качество ее работы. Параллельность осей валов определяют при помощи установленных на них стрелок 3 и отвеса (шнура 2 с закрепленным на нем грузом 4), закрепленного на стойке 1 (рис. 5.7). При повороте стрелок 3 на 180° их расстояние от шнура отвеса не должно изменяться.

Установка шкивов на валы осуществляется на коническую или цилиндрическую шейку вала с натягом. Фиксация положения шкива на валу осуществляется за счет шпоночного соединения клиновыми (рис. 5.8, а) или призматическими (рис. 5.8, б) шпонками. При установке шкива с применением призматической шпонки на валу выполняют буртик 1, фиксирующий положение шкива в осевом направлении. Для дополнительной фиксации положения шкива в осевом направлении применяют гайку или шайбу 2 со стопорными винтами 3. Такое же дополнительное крепление применяют, если шкив устанавливают на конической шейке вала (рис. 5.8, в).

Если требуется повышенная точность расположения шкива ременной передачи на валу, то применяют шлицевое соединение шкива с валом (рис. 5.8, г), которое обеспечивает более высокую точность центрирования шкива на валу по сравнению со шпоночным соединением.

Прежде чем приступить к установке шкива на вал необходимо проверить соответствие геометрических размеров и формы поса-

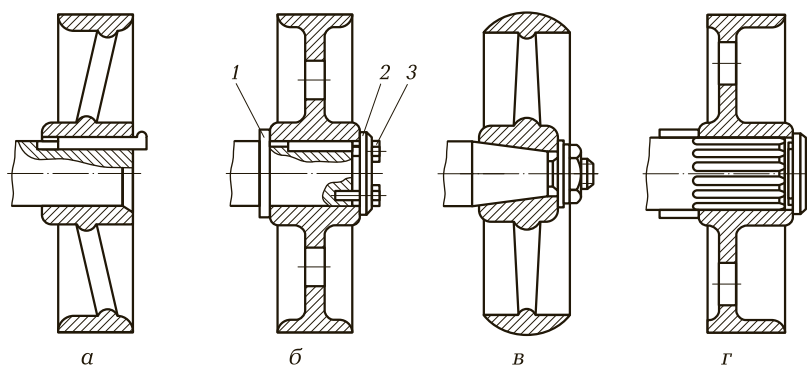


Рис. 5.8. Установка шкивов на вал:

а — при помощи клиновой шпонки; *б* — при помощи призматической шпонки; *в* — на конической шейке вала; *г* — при помощи шлицевого соединения; 1 — буртик; 2 — шайба; 3 — стопорный винт

дочных мест на валу и в отверстии ступицы требованиям чертежа и установить в пазу вала, в случае необходимости, шпонку. После контроля соответствия посадочных мест вала и шкива требованиям чертежа приступают к установке шкива на вал.

Для установки шкивов на вал применяют различные винтовые приспособления. Одним из них является винтовая скоба (рис. 5.9). Разъемный хомутик 1 скобы надевают на вал с упором в буртик. Тяги 2 пропускают между спицами шкива, а на его ступицу устанавливают прокладку 4. При вращении винта 3 шкив постепенно напрессовывается на вал. Во избежание перекоса при напрессовывании шкива на вал одновременно с вращением винта наносят легкие удары по прокладке, установленной на ступице.

После напрессовывания шкива на вал, в случае необходимости, выполняют его закрепление от возможного осевого перемещения.

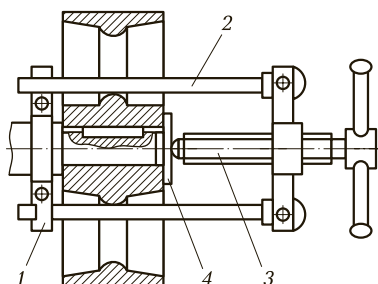


Рис. 5.9. Винтовая скоба:

1 — хомутик; 2 — тяга; 3 — винт; 4 — прокладка

Натяжение ремней передачи осуществляется за счет перемещения электрического двигателя с расположенным на его валу шкивом. Перемещение электрического двигателя обеспечивается за счет его установки на подвижных салазках (рис. 5.10, *а*) либо на качающейся плите (рис. 5.10, *б*). В первом случае при вращении винта 2 электрический двигатель перемещается по направляющим плиты 1. При размещении электрического двигателя на качающейся плите натяжение ремня осуществляют, вращая одну из гаек винта 5, в результате чего электрический двигатель 4 вместе с плитой 3 поворачивается вокруг оси, обеспечивая заданное натяжение ремня. Положение электрического двигателя фиксируют контргайкой, расположенной на винте 5.

При использовании в ременной передаче специального натяжного устройства с роликами (рис. 5.10, *в*), которое состоит из стойки 9 и рычага 7 с установленными в нем роликами 6, регулирование натяжения ремня осуществляется за счет перемещения груза 8 по свободному плечу рычага 7. Положение груза на плече рычага фиксируют при достижении необходимого натяжения ремня.

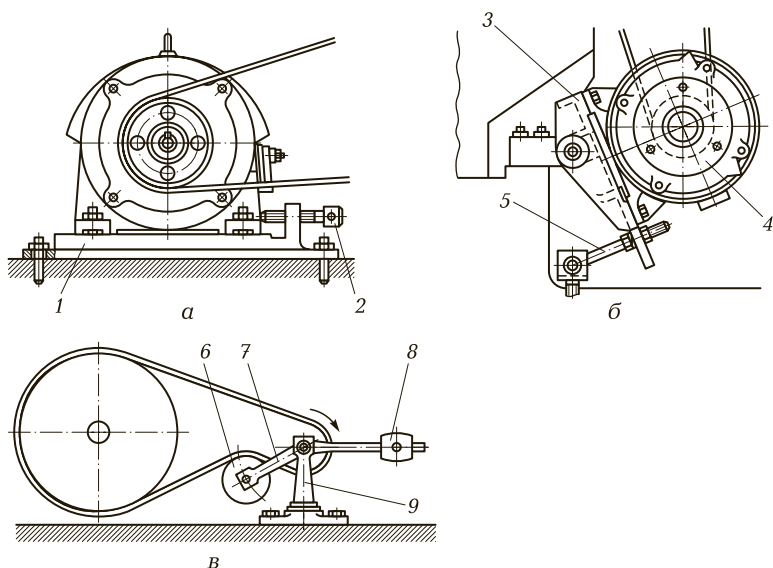


Рис. 5.10. Способы натяжения ремня в ременной передаче:

а — перемещением двигателя на специальных салазках; *б* — с использованием качающейся плиты; *в* — при помощи натяжных роликов; 1 — плита; 2, 5 — винты; 3 — качающаяся плита; 4 — электрический двигатель; 6 — натяжной ролик; 7 — рычаг; 8 — груз; 9 — стойка

Применяют натяжные ролики главным образом для плоскоремennых передач.

Контроль собранной ременной передачи сводится к определению степени натяжения ремня на шкивах передачи, так как слабое натяжение ремня приводит к его проскальзыванию, что ведет к изменению передаточного отношения передачи в сторону уменьшения. Чрезмерное натяжение ремня приводит к повышению давления на подшипниковые опоры передачи и, как следствие, к более быстрому их изнашиванию.

В технических условиях на сборку ременной передачи обычно задается усилие натяжения ремня в пределах 50...100 Н, под воздействием которого ремень передачи должен иметь соответствующий прогиб.

Величину прогиба ремня передачи определяют, устанавливая на образующие шкивов линейку и прикладывая к ремню определенное усилие, используя динамометр. После этого измеряют расстояние от ремня до линейки, приложенной к образующим шкивов. Это расстояние должно соответствовать величине прогиба, указанной в технических условиях на сборку передачи.

5.2. ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ И ИХ СБОРКА

Конструкция цепных передач. Цепная передача состоит из двух зубчатых колес, называемых звездочками. Звездочки располагаются на некотором расстоянии друг от друга и огибаются цепью. Сцепление цепи с зубьями звездочек обеспечивает передачу вращательного движения от одного вала передачи к другому. Если цепная передача работает при больших окружных скоростях, ее помещают в специальный кожух — картер, который заполняют маслом. Надежное и стабильное смазывание защищает передачу от загрязнений и уменьшает шум при ее работе. Кроме того, кожух, закрывая вращающиеся детали передачи, обеспечивает ее безопасную эксплуатацию.

В зависимости от назначения цепные передачи подразделяются на три типа: грузовые (для подъема грузов), тяговые (для перемещения грузов) и приводные (для передачи движения от двигателя к исполнительному механизму).

По сравнению с ремennыми передачами цепные обладают рядом преимуществ:

- отсутствие проскальзывания;

- компактность;
- меньшая нагрузка на валы и подшипниковые опоры;
- высокий КПД, достигающий 0,98.

Наряду с указанными достоинствами цепная передача по сравнению с ременной имеет ряд недостатков, которые в значительной степени ограничивают ее применение:

- удлинение цепи в процессе эксплуатации, что приводит к неравномерности хода передачи;
- возникновение динамических нагрузок, возрастающих с увеличением скорости цепи и с уменьшением числа зубьев на меньшей из звездочек;
- шум при работе;
- сложность эксплуатации.

В большинстве случаев цепную передачу применяют тогда, когда использование зубчатой передачи невозможно из-за большого расстояния между осями валов, а ременную передачу нельзя применять в связи с требованиями к постоянству передаточного отношения. Наиболее распространено применение цепных передач для механизмов вращательного движения мощностью до 100 кВт при окружных скоростях до 15 м/с.

Типы цепей. В зависимости от конструкции различают втулочные, роликовые, зубчатые и фасоннозвенные цепи. Основными параметрами, характеризующими приводные цепи, являются шаг (расстояние между осями двух ближайших шарниров), ширина и разрушающая нагрузка, которая устанавливается опытным путем.

Втулочная цепь (рис. 5.11, а) в зависимости от передаваемой нагрузки может быть одно- и двухрядной. Втулочные цепи просты по конструкции, имеют небольшую массу и дешевы в изготовлении. Однако, вследствие недостаточной износоустойчивости их применение ограничено окружными скоростями до 10 м/с. Цепь состоит из внутренних пластин 3, напрессованных на втулку 2, которая свободно вращается на валике 1 с напрессованными наружными пластинами 4.

Роликовая цепь (рис. 5.11, б) в зависимости от условий эксплуатации и передаваемых мощностей может иметь несколько видов исполнения: однорядная (нормальная, длиннозвенная облегченная, усиленная); многорядная, с изогнутыми пластинами. Конструктивно роликовая цепь отличается от втулочной тем, что на ее втулках 2 устанавливают свободно вращающиеся ролики 5. В результате применения роликов трение скольжения, имеющее место

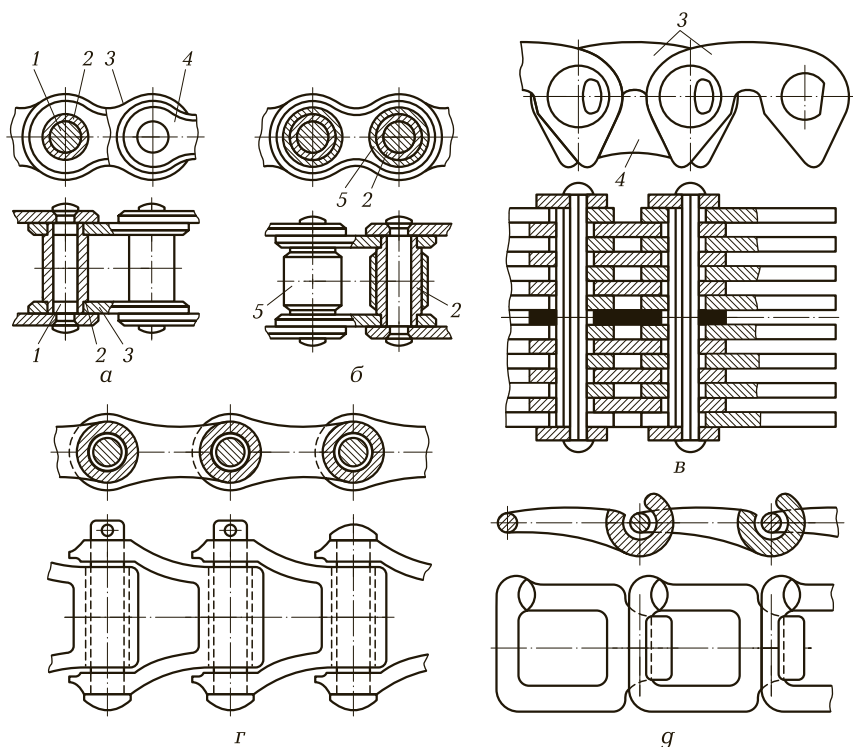


Рис. 5.11. Типы цепей:

а — втулочная; *б* — роликовая; *в* — зубчатая; *г, д* — фасоннозвенные; 1 — валик; 2 — втулка; 3 — внутренняя пластина; 4 — наружная пластина; 5 — ролик

во втулочной цепи, в роликовой заменяется на трение качения. Роликовые цепи могут передавать вращательное движение с окружной скоростью до 15 м/с.

Зубчатая цепь (рис. 5.11, *в*) работает с меньшим шумом, чем втулочная и роликовая, так как ее конструкция обеспечивает лучшие условия зацепления с зубьями звездочек. Недостатком таких цепей является их большая масса по сравнению с роликовыми и втулочными цепями и высокая стоимость изготовления. Используют цепи этой конструкции, как правило, для передачи больших мощностей при окружных скоростях до 30 м/с.

Звенья цепи состоят из набора пластин 3 и 4, число которых определяется шириной цепи. Каждая пластина имеет два выступа и впадину между ними для зуба звездочки. Конструкция цепи обеспечивает в шарнирах трение качения.

Фасоннозвенные цепи (рис. 5.11, *г, г*) применяют при передаче небольших мощностей и малых (3...4 м/с) окружных скоростях, как правило, в условиях, не обеспечивающих достаточную смазку и защиту от загрязнений. Эти цепи просты по конструкции и легко ремонтируются, что обуславливает их широкое применение в сельскохозяйственном машиностроении.

Различают штыревые (см. рис. 5.11, *г*) и крючковые (см. рис. 5.11, *г*) фасоннозвенные цепи. В штыревых цепях соединение звеньев осуществляется штырями, изготовленными из стали марки Ст3, которые после установки шплинтуются. Крючковая цепь состоит из звеньев, отлитых из чугуна или штампованных из стальной полосы (сталь 30Г), и не содержит дополнительных соединительных деталей.

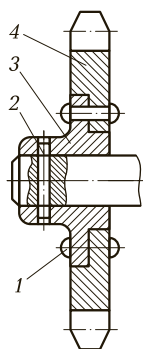
Звездочки цепных передач. Звездочки цепной передачи в зависимости от их размера могут изготавливаться цельными и составными. Звездочки втулочных и роликовых цепей имеют небольшую ширину и выполняются обычно из двух частей: диска с зубьями и ступицы, которые соединяют между собой болтами либо заклепками. Звездочки передач с зубчатыми и фасоннозвенными цепями имеют большую ширину и, как правило, выполняются цельными.

Для уменьшения изнашивания цепи и снижения шума при работе цепной передачи зубчатый венец звездочки в некоторых случаях изготавливают из полимерных материалов, соединяя его с металлической ступицей с помощью паза типа «ласточкин хвост».

При использовании в цепной передаче составных звездочек их необходимо предварительно собрать. Сборка составной звездочки после контроля геометрических размеров и формы посадочных мест ступицы и зубчатого венца осуществляется следующим образом (рис. 5.12):

- в зубчатом венце 4 сверлят отверстия под временные болты для соединения со ступицей, напрессовывают зубчатый венец на ступицу 3 звездочки и, используя эти отверстия в качестве кондуктора, сверлят отверстия под временные болты в ступице;
- устанавливают временные болты и закрепляют зубчатый венец на ступице, после этого собранную звездочку устанавливают на эталонный вал, закрепляемый в центрах, и проверяют зубчатый венец звездочки на радиальное биение, поворачивая вал в центрах и устанавливая поочередно в каждую впадину зубчатого венца калибр (величину радиального биения определяют, используя индикатор часового типа, установленный на стойке).

Рис. 5.12. Сборная звездочка цепной передачи:
1 — заклепка; 2 — штифт; 3 — ступица; 4 — зубчатый венец



Если величина радиального биения, полученная при проведении контроля, превышает величину, указанную в технических условиях на сборку, то звездочку разбирают, венец поворачивают относительно ступицы на угол, кратный числу временных болтов, вновь собирают и повторяют проверку радиального биения зубчатого венца до тех, пор пока оно не будет соответствовать требованиям технических условий на сборку.

По окончании контроля радиального биения зубчатого венца временные болты удаляют, отверстия под них разворачивают и устанавливают постоянные болты или заклепки.

Технические требования к сборке цепных передач. При сборке цепных передач необходимо обеспечить:

- параллельность валов цепной передачи с отклонением не более 0,1 мм на длине 1 000 мм;
- относительное смещение звездочек в плоскости движения цепи не должно превышать 2 мм на 1000 мм межосевого расстояния;
- пластины цепи должны быть параллельны между собой;
- цепь, установленная на звездочках, должна иметь стрелу прогиба не более $0,02A$ при горизонтальном расположении передачи и не более $0,002A$ при ее вертикальном расположении, где A — межосевое расстояние;
- шаг цепи должен строго соответствовать шагу звездочки;
- передача должна работать плавно, без рывков.

В целях предупреждения изнашивания деталей цепной передачи необходимо производить их смазывание. Для ответственных силовых передач, работающих при окружных скоростях до 8 м/с, применяют картерное смазывание методом погружения в масляную ванну. Если окружная скорость передачи превышает 8 м/с, то применяют системы принудительного циркуляционного смазывания с помощью масляного насоса или смазывание консистентной смазкой шарнирных соединений цепи. При небольших окружных

скоростях передачи, не превышающих 4 м/с, применяют периодическое (через 6...8 ч работы) смазывание ручными масленками.

Монтаж звездочек на вал. Звездочки цепной передачи устанавливают на вал, используя, как правило, посадки с натягом. Для обеспечения их фиксации на валу применяют шпоночные и штифтовые (см. рис. 5.12) соединения. При монтаже звездочек на вал с применением призматической шпонки звездочку напрессовывают, используя, как правило, молоток и оправки, смазав предварительно шейку вала для снижения усилия напрессовки. При установке звездочки необходимо следить за тем, чтобы шпонка свободно входила в паз ступицы. Для предупреждения возможного осевого перемещения ступицы относительно вала устанавливают стопорный винт, который стопорят от самопроизвольного отвинчивания контргайкой.

Монтаж цепей. Перед началом монтажа цепей необходимо удалить консервирующую смазку, затем цепь следует промыть, просушить и подогнать по длине в соответствии со сборочным чертежом передачи.

Перед подгонкой цепи освобождают от шплинтов или запирающей пластины замыкающего звена, которое снимают с цепи, отсоединяя группу лишних звеньев. После этого приступают к монтажу цепи на звездочки передачи. Соединение концов цепи производится на верстаке либо непосредственно на сборочной

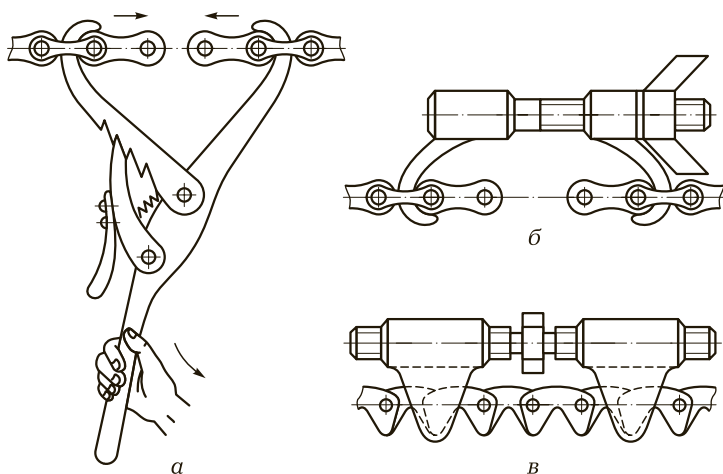


Рис. 5.13. Стяжки для соединения концов цепи:

а — рычажная; б, в — винтовые

единице. Сборка цепи непосредственно на сборочной единице производится в тех случаях, когда цепь в собранном виде не может быть установлена на звездочки передачи, например, когда звездочки находятся внутри корпуса.

При установке цепи непосредственно на сборочной единице применяют различные приспособления, выбор которых зависит от конструкции цепи.

При соединении концов роликовых и втулочных цепей применяют рычажные (рис. 5.13, а) и винтовые (рис. 5.13, б) стяжки. Для соединения концов зубчатых цепей также применяют специальные стяжки (рис. 5.13, в).

Фасоннозвенные цепи собирают путем последовательного соединения звеньев, не используя специальных крепящих устройств.

Цепь в передаче должна быть установлена так, чтобы ее ведущая нижняя ветвь не была сильно натянута, что уменьшает удары между зубьями звездочки и звеньями цепи, обеспечивая плавную работу передачи и значительно меньший износ цепи, кроме того, позволяет снизить нагрузки на детали передачи.

Контроль качества сборки. Оценка качества сборки цепной передачи осуществляется, как правило, визуально. Проворачивая передачу, проверяют плавность и легкость ее хода, при этом цепь не должна соскакивать со звездочек, а каждое звено цепи должно легко садиться на зуб звездочки и сходиться с него. После проворачивания передачи отпечатки от втулок и роликов должны быть одинаковы на всех зубьях звездочек и составлять приблизительно $1/3$ их высоты.

5.3. ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ И ИХ СБОРКА

Назначение и классификация зубчатых передач. Зубчатая передача — это механизм для передачи вращательного движения и изменения частоты и направления вращения, а также для преобразования вращательного движения в поступательное.

Передача может состоять из зубчатых колес, зубчатого колеса и рейки либо из червяка и червячного колеса. Зубчатые передачи бывают открытого и закрытого типа. Зубчатые передачи могут быть встроены в механизм, машину или выполнены в виде самостоятельного агрегата — редуктора.

Зубчатые передачи получили широкое распространение в связи с преимуществами по сравнению с другими видами передач (ременные и цепные). Они обеспечивают высокий КПД (до 0,99),

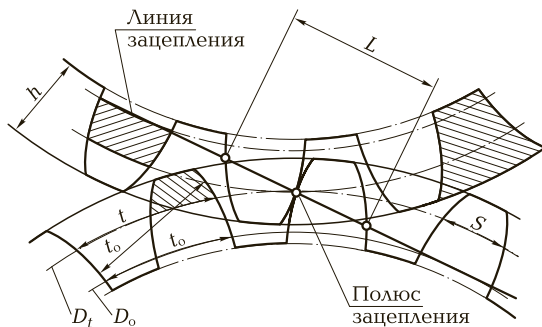


Рис. 5.14. Основные элементы зубчатого зацепления:

D_o — основная окружность; D_t — начальная окружность; h — высота зуба; L — длина зацепления; S — толщина зуба; t_o — основной шаг; t — окружной шаг

возможность передачи больших мощностей (до десятков тысяч киловатт) при окружных скоростях до 150 м/с, высокую кинематическую точность, надежность и долговечность при различных условиях работы.

В зависимости от формы профиля зуба различают эвольвентные и циклоидные передачи, а также передачи с зацеплением Новикова. Наибольшее распространение получили передачи с эвольвентным профилем зуба.

В зависимости от взаимного расположения геометрических осей валов различают передачи с параллельными осями (осуществляются цилиндрическими зубчатыми колесами); с пересекающимися осями (осуществляются коническими зубчатыми колесами); со скрещивающимися осями (осуществляются цилиндрическими зубчатыми колесами с винтовыми зубьями, коническими зубчатыми колесами с винтовыми зубьями, червячным колесом и червяком).

Основные элементы зубчатого зацепления прямозубой цилиндрической зубчатой передачи с эвольвентным профилем зуба (рис. 5.14) следующие:

- профиль зуба — кривая, по которой очерчен профиль зуба;
- начальная окружность (D_t) — соприкасающиеся друг с другом окружности, имеющие общие центры с сопряженными зубчатыми колесами и катящиеся одна относительно другой без скольжения;
- полюс зацепления — точка касания начальных окружностей сопряженных зубчатых колес;

- делительная окружность — окружность зубчатого колеса, на которой шаг и угол зацепления равны соответственно шагу и углу инструмента, которым нарезают зубчатое колесо (в большинстве случаев совпадает с начальной окружностью);
- основная окружность (D_o) — окружность, описанная вокруг центра зубчатого колеса, обкатываясь по которой производящая линия очерчивает профиль зуба колеса;
- линия зацепления — линия, которая очерчивает профиль зуба;
- окружной шаг (t) — расстояние между двумя одноименными точками двух соседних профилей зубьев, измеренное по делительной окружности;
- основной шаг (t_o) — расстояние между двумя одноименными точками двух соседних зубьев, измеренное по нормали к ним;
- толщина зуба (S) — длина дуги окружности между двумя разноименными профилями одного зуба, измеренная по делительной окружности;
- длина зацепления (L) — отрезок линии зацепления между началом и концом фактического касания сопряженных профилей зубьев.

Цилиндрические зубчатые передачи могут быть прямозубыми (рис. 5.15, а), косозубыми и шевронными (рис. 5.15, б). Прямозубые цилиндрические передачи широко применяют в коробках скоростей и редукторах.

Цилиндрические косозубые передачи обеспечивают более плавный по сравнению с цилиндрической прямозубой передачей вход зубьев в зацепление и, соответственно, более плавную работу передачи, но наклон зубьев исключает возможность использования этих зубчатых колес для переключения частот вращения, а также требует применения в узлах подшипниковых опор, способных воспринимать осевую нагрузку.

Зубчатые колеса цилиндрических шевронных передач по ширине состоят из двух участков с зубьями, имеющими левый и правый наклон. Эти передачи способны передавать очень большие мощности.

Конические и гипоидные (конические винтовые) зубчатые передачи (рис. 5.15, в, г) изготавливают с прямыми, тангенциальными и криволинейными зубьями. Эти передачи отличают плавность, бесшумность и высокая нагрузочная способность.

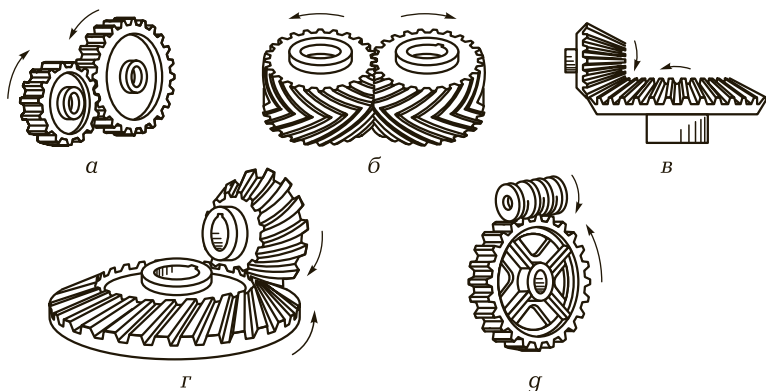


Рис. 5.15. Виды зубчатых передач:

a — цилиндрическая прямозубая; *б* — цилиндрическая с шевронными зубьями; *в* — коническая прямозубая; *г* — коническая с винтовым зубом; *д* — червячная

Червячные зубчатые передачи (рис. 5.15, *г*) бывают с цилиндрическим и глобоидным (вогнутой формы) червяком. В глобоидных передачах в зацепление одновременно входят 5—7 зубьев, в то время как в передачах с цилиндрическим червяком — 1—2 зуба. Поэтому у глобоидных передач КПД и передаваемая мощность выше. Однако глобоидные червяки сложнее в изготовлении и сборке, что ограничивает их применение. Угол скрещивания осей червяка и червячного колеса составляет, как правило, 90° .

По точности изготовления зубчатые колеса подразделяются на 12 степеней. В машиностроении применяют в основном передачи 6—9-й степеней точности. К 6-й относятся передачи высокой точности, работающие с большими окружными скоростями. Передачи нормальной и средней точности относятся соответственно к 7-й и 8-й степеням. К 9-й, низкой степени точности, относятся тихоходные передачи.

Технические требования к зубчатым передачам. Технические требования к зубчатым передачам в значительной степени зависят от их назначения и определяются исходя из кинематической точности передачи, которая характеризуется погрешностью угла поворота колеса при его зацеплении с эталонным зубчатым колесом, плавностью работы передачи и контактом зубьев.

Для всех зубчатых передач независимо от их точности установлены нормы на боковой зазор в зубчатых колесах. Боковой зазор в зубчатой передаче компенсирует возможные ошибки в размерах зубьев, неточность межосевого расстояния в передаче, а также

возможные отклонения формы зубьев вследствие их нагревания. Однако наличие бокового зазора в передаче может привести к появлению ударов в процессе ее работы, а также являться причиной мертвого хода. Поэтому к величине бокового зазора предъявляются достаточно высокие требования: величина бокового зазора не должна выходить за предельно допустимые значения, так как это может привести к заклиниванию зубьев (если зазор слишком мал) или к нарушению плавности работы (если зазор превышает допустимую величину) передачи, величина зазора должна обеспечивать минимальный мертвый ход. Допускаемые значения величины бокового зазора указываются в справочной литературе [8, с. 210].

К зубчатым колесам, поступающим на сборку, и к самим зубчатым передачам предъявляют следующие технические требования:

- в зависимости от точности передачи зубья колес при контроле «на краску» должны иметь поверхность контакта размерами 0,25...0,8 по длине зуба и 0,2...0,55 — по высоте;
- биение колес как радиальное, так и торцевое не должно превышать пределов, установленных техническими условиями на собираемую передачу;
- оси валов под зубчатые колеса должны быть взаимно-параллельны (для цилиндрической передачи) или взаимно-перпендикулярны (для конической передачи) и лежать в одной плоскости;
- между зубьями колес должен иметься зазор, размер которого зависит от степени точности передачи и определяется по таблицам соответствующих справочников;
- собранная сборочная единица должна быть испытана на холостом ходу и под нагрузкой и обеспечивать плавность и бесшумность работы передачи, а также умеренный нагрев подшипниковых опор.

Точность изготовления зубчатых колес и сборки передачи должна соответствовать требованиям соответствующих стандартов.

Прежде чем приступить к сборке узла с зубчатыми передачами необходимо проверить соответствие элементов зубчатых колес требованиям технических условий.

Входной контроль зубчатых колес. При входном контроле (на примере цилиндрического зубчатого колеса с прямыми зубьями) необходимо проверить следующие параметры: погрешность основного шага, погрешность окружного шага, радиальное биение, толщину зуба, смещение исходного контура, длину общей нормали.

Контроль погрешности основного шага осуществляется с помощью специального прибора — шагомера основного шага (рис. 5.16). Измерительный наконечник 1 подвешен на плоских пружинах. Перемещение наконечника фиксируется отсчетным устройством 2, представляющим собой индикатор часового типа с ценой деления 0,001 мм. Второй измерительный наконечник 5 (подвижный) устанавливается винтом 3 в необходимое положение, которое определяется модулем контролируемого зубчатого колеса. Опорный наконечник 4 поддерживает прибор при измерениях и обеспечивает расположение линии зацепления по нормали к профилям зубьев. Шагомер настраивают при помощи блока концевых мер длины, размер которого равен размеру основного шага проверяемого зубчатого колеса.

Контроль погрешности окружного шага осуществляется также при помощи шагомера (рис. 5.17). Переставной наконечник 8 перемещается относительно шкалы корпуса 1 и закрепляется неподвижно винтом 9. Подвижный наконечник 7 закреплен на подвесе 4 и через угловой рычаг 5 передает движение измерительному наконечнику индикатора 3, фиксирующему отклонение равномерности шага. Опорные ножки 6 и 10 перемещаются и закрепляются винтами 2.

Установка переставного наконечника на заданный размер осуществляется при его перемещении относительно корпуса до со-

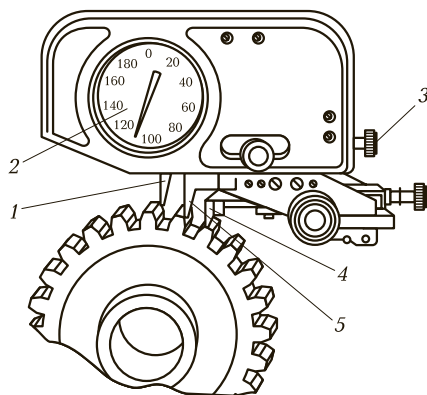


Рис. 5.16. Шагомер основного шага:

1, 5 — измерительные наконечники; 2 — отсчетное устройство; 3 — установочный винт; 4 — опорный наконечник

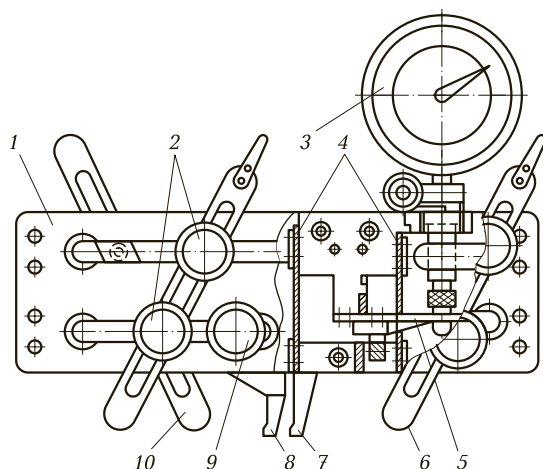


Рис. 5.17. Шагомер окружного шага:

1 — корпус; 2, 9 — винты; 3 — индикатор; 4 — подвес; 5 — угловой рычаг; 6, 10 — опорные ножки; 7 — подвижный наконечник; 8 — переставной наконечник

впадения штриха, нанесенного на наконечник, со штрихом шкалы, соответствующим модулю проверяемого зубчатого колеса.

Контроль погрешности окружного шага осуществляется следующим образом. Шагомер накладывают на контролируемое колесо, добиваясь плотного контакта шариков, запрессованных в выступах передних опорных ножек, с торцом зубчатого колеса и контакта их закругленной части с окружностью выступов. Шагомер последовательно переносят с одной пары зубьев на другую до возвращения к исходной паре. При этом фиксируются отклонения стрелки индикатора.

Контроль радиального биения осуществляется с помощью специального прибора — биенимера (рис. 5.18), наконечник 3 которого может иметь различную форму, но должен касаться поверхностей двух соседних зубьев по постоянной хорде. При контроле проверяемое зубчатое колесо 1 надевают на оправку 2. Наконечник 3 на измерительном стержне 4 перемещается в направляющей втулке 7, установленной на стойке 8, под действием пружины и прикрепленной к нему планкой 6 воздействует на измерительный наконечник 5 индикатора. Измерения производят, вводя наконечник последовательно во все впадины между зубьями колеса. Радиальное биение определяют как разность между максимальным и минимальным отклонением стрелки индикатора.

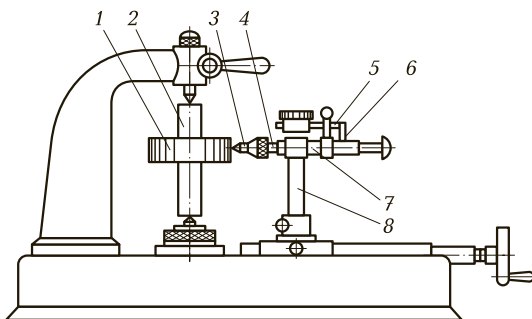


Рис. 5.18. Биениемер:

1 — зубчатое колесо; 2 — оправка; 3 — наконечник; 4 — измерительный стержень; 5 — наконечник индикатора; 6 — планка; 7 — направляющая втулка; 8 — стойка

Контроль толщины зуба производят, измеряя ее по постоянной хорде с помощью хордового зубомера — штангензубомера (рис. 5.19), имеющего две взаимно-перпендикулярные шкалы 2 и 7. Одна из шкал предназначена для определения высоты, а другая —

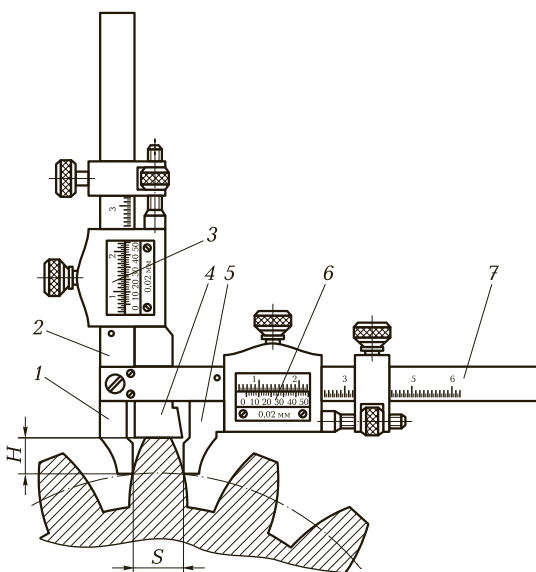
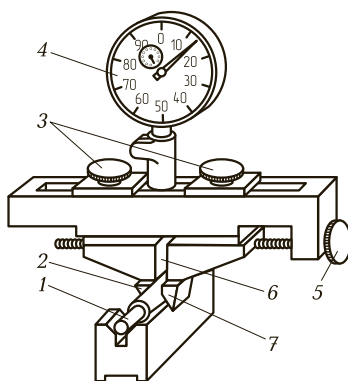


Рис. 5.19. Штангензубомер:

1, 5 — измерительные губки; 2, 7 — шкалы; 3, 6 — нониусы; 4 — упор; H и S — высота и длина постоянной хорды

Рис. 5.20. Зубомер смещения:

1 — ролик; 2, 7 — измерительные губки; 3 — фиксирующий винт; 4 — индикатор; 5 — регулировочный винт; 6 — наконечник индикатора



для измерения длины постоянной хорды. Перед началом измерения упор 4 устанавливают по нониусу 3 на размер, равный высоте, по которой предполагается измерять длину постоянной хорды, и закрепляют в этом положении. Измерительные губки 1 и 5 после установки зубомера упором 4 на окружность выступов проверяемого колеса сдвигают до соприкосновения подвижной измерительной губки 5 с профилем зуба. Длину постоянной хорды определяют по нониусу 6.

Контроль смещения исходного контура осуществляется при помощи зубомера смещения — тангенциального зубомера (рис. 5.20). Плоскости измерительных губок 2 и 7 воспроизводят контур исходной рейки. Расстояние между измерительными губками изменяется регулировочным винтом 5. Настройка зубомера на исходный контур производится при помощи ролика 1, диаметр которого соответствует модулю проверяемого колеса. Положение губок после настройки фиксируется винтами 3. Если положение действительного контура зуба колеса не соответствует его номинальному значению, то величину отклонения от номинального значения можно определить, наблюдая за отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора.

Контроль длины общей нормали осуществляется с помощью зубомерного микрометра (рис. 5.21, а) или индикаторного нормалемера (рис. 5.21, б).

Индикаторный нормалемер состоит из трубки 1, по которой может передвигаться втулка 2 с жестко закрепленной на ней переставной губкой 3. Подвижная губка 4 перемещается параллельно трубке 1 на плоских пружинах 5. Движение подвижной губки 4 через угловой рычаг 6, имеющий соотношение плеч 2:1, передается на индикатор 7. Разная величина плеч рычага 6 обеспечивает увеличение точности измерений индикатора в 2 раза. Отклонение длины общей нормали от номинального значения определяется как разность наибольшего и наименьшего показаний индикатора.

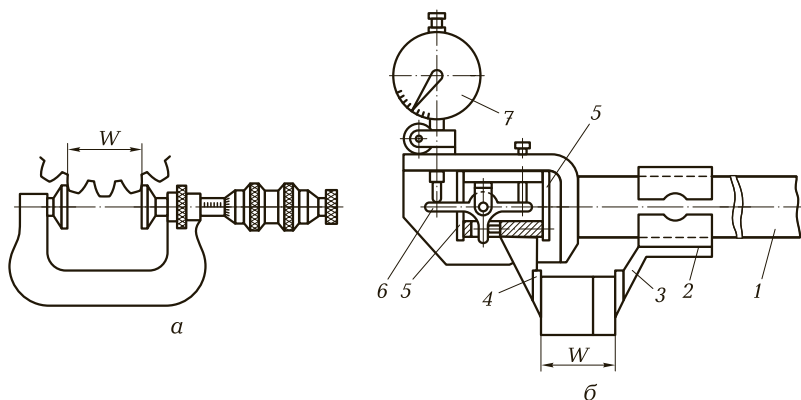


Рис. 5.21. Инструменты для контроля длины общей нормали:

а — зубомерный микрометр; *б* — индикаторный нормалемер; 1 — трубка; 2 — разрезная втулка; 3 — переставная губка; 4 — измерительная губка; 5 — плоская пружина; 6 — угловой рычаг; 7 — индикатор; W — длина общей нормали

Сборка цилиндрических зубчатых передач. Сборка зубчатых передач начинается со сборки составных зубчатых колес, если их установка предусмотрена техническими условиями. После этого проводится контроль основных параметров зубчатого зацепления, описанный ранее.

После сборки составных зубчатых колес и контроля их основных параметров переходят к установке зубчатых колес на вал и монтажу валов с установленными на них зубчатыми колесами в корпус с последующей проверкой собранной передачи.

Сборка составных зубчатых колес сводится к установке зубчатых венцов, изготовленных из дорогостоящих легированных материалов, на ступицу, изготовленную из конструкционной стали или из чугуна. Соединение зубчатого венца со ступицей осуществляется при помощи болтов или винтов.

Установка зубчатых колес на вал начинается с контроля соответствия геометрических размеров и формы посадочных мест требованиям чертежа, после чего устанавливают зубчатое колесо на вал, обеспечивая его фиксацию на валу за счет шпоночного, шлицевого или штифтового соединения. Стопорение зубчатого колеса на валу от осевого смещения осуществляется гайкой и шайбой, шайбой и винтом, стопорным кольцом, стопорным винтом с контргайкой.

При монтаже валов с зубчатыми колесами в корпус необходимо, прежде всего, проверить расстояние между осями отверстий в

корпусе. Межосевое расстояние можно измерить, пользуясь калибрами 1 и 3 и нутромером 2 или штангенциркулем 5 (рис. 5.22).

После проверки параллельности осей отверстий под валы передачи производят установку в корпус редуктора валов и подшипниковых опор.

Контроль качества сборки цилиндрической зубчатой передачи. При контроле качества сборки цилиндрической зубчатой передачи проверке подвергаются параметры, характеризующие работоспособность и долговечность передачи, — боковой зазор и контакт зубьев зубчатых колес.

Контроль бокового зазора в зубчатой передаче осуществляется различными способами (щупом, свинцовой проволокой, прокатываемой между зубьями передачи, и косвенным методом), выбор которых зависит от конструкции передачи и ее размеров.

При помощи щупа боковой зазор проверяют, вводя щуп между боковыми поверхностями зубьев зубчатых колес. В этом случае толщина щупа будет соответствовать величине зазора между боковыми поверхностями зубьев.

При использовании свинцовой проволоки (при контроле зубчатых колес с модулем от 6 мм и более) ее прокатывают между различными зубьями колеса 3—4 раза и по толщине проволоки

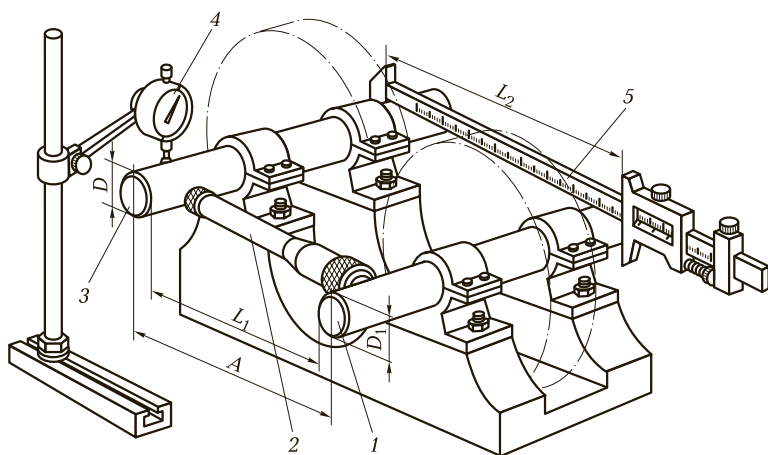


Рис. 5.22. Схема контроля расстояния между осями валов цилиндрической зубчатой передачи:

1, 3 — калибры; 2 — нутромер; 4 — индикатор; 5 — штангенциркуль; D, D_1 — диаметры калибров; A — межосевое расстояние; L_1, L_2 — расстояние между калибрами

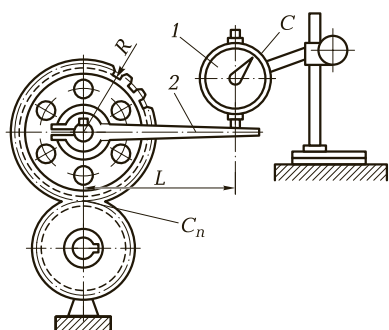


Рис. 5.23. Схема контроля бокового зазора:

1 — индикатор; 2 — рычаг-поводок; C_n — боковой зазор; R — радиус начальной окружности проверяемого колеса; L — расстояние от оси вала до ножки индикатора; C — показания индикатора

после прокатывания определяют величину бокового зазора в передаче (длина свинцовой проволочки должна быть равна длине зуба колеса).

Проверку бокового зазора косвенным методом в передачах, у которых отсутствует свободный доступ к зубчатым колесам, производят при помощи рычага и индикатора часового типа (рис. 5.23). На валу ведущего зубчатого колеса закрепляют поводок 2 и стопорят ведомое зубчатое колесо. На корпус устанавливают стойку с закрепленным в ней индикатором 1, измерительный наконечник которого вводят в контакт с поводком 2, затем поворачивают ведущее зубчатое колесо сначала в одну сторону, а затем в другую, отмечая суммарную величину отклонения стрелки индикатора.

Величину бокового зазора рассчитывают, основываясь на показаниях индикатора, по формуле $C_n = CR/L$, где C_n — боковой зазор; C — показания индикатора; R — радиус начальной окружно-

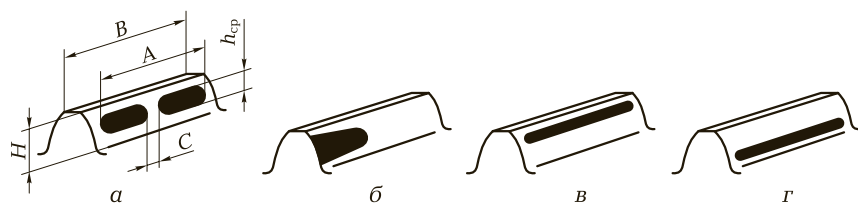


Рис. 5.24. Контроль прямозубых цилиндрических зубчатых колес по расположению пятна контакта:

а — правильно; *б* — при перекосе осей; *в* — при увеличенном радиальном зазоре; *г* — при недостаточном радиальном зазоре; H — высота зуба; B — длина зуба; A — длина пятна контакта; h_{cp} — высота пятна контакта; C — расстояние между пятнами контакта

сти проверяемого зубчатого колеса; L — расстояние от оси вала до измерительного наконечника индикатора.

Контроль зубчатой передачи «на краску» осуществляется в целях определения качества сборки передачи. Зубья меньшего по диаметру зубчатого колеса покрывают слоем краски и проворачивают передачу на один оборот. По отпечаткам, оставшимся на зубьях сопряженного зубчатого колеса, судят о качестве сборки передачи, сравнивая их с эталонными отпечатками (рис. 5.24).

Сборка конических зубчатых передач. Конические зубчатые колеса изготавливают с прямыми, тангенциальными (косыми) и криволинейными (круговыми) зубьями.

Основными параметрами, характеризующими коническую зубчатую передачу, являются межосевой угол δ , угол начального конуса φ , модуль зубчатого зацепления, число зубьев зубчатых колес передачи, длина l начальной образующей конуса передачи (рис. 5.25).

Технические требования, предъявляемые к конической зубчатой передаче, в основном аналогичны техническим требованиям, которым должны удовлетворять цилиндрические зубчатые передачи.

В качестве дополнительных, присущих только конической зубчатой передаче, технических требований следует отметить следующие: оси отверстий под установку зубчатых колес должны проходить через центр начальной окружности, лежать в одной плоскости и не иметь перекоса; угол пересечения валов конической зубчатой передачи должен соответствовать техническим услови-

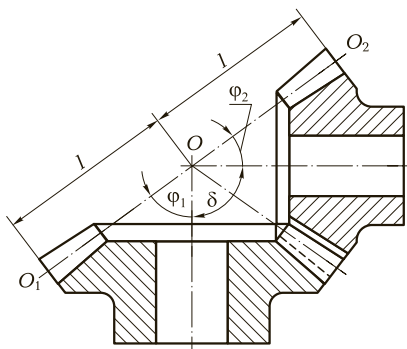


Рис. 5.25. Коническая зубчатая передача:

δ — межосевой угол; φ_1, φ_2 — углы начального конуса зубчатых колес конической зубчатой передачи; l — длина начальных образующих конических зубчатых колес передачи; OO_1 и OO_2 — начальные образующие зубчатых колес конической зубчатой передачи; O — точка пересечения осей зубчатой передачи

ям; предельное смещение вершин делительного конуса должно соответствовать допустимому осевому смещению колес, указываемому в технических условиях на сборку.

Сборка конической зубчатой передачи начинается с установки и закрепления зубчатых колес на валах, после чего производятся установка валов в корпус, регулирование и контроль качества сборки.

Установка и закрепление на валах конических зубчатых колес осуществляется так же, как и цилиндрических. Правильность установки на валу конического зубчатого колеса и наличие радиального биения определяют по расположению пятен контакта при зацеплении установленного конического зубчатого колеса с другим — эталонным зубчатым колесом.

Установка валов с установленными на них коническими зубчатыми колесами в корпус производится только после того, как будет произведена проверка взаимного расположения осей отверстий под валы в корпусе. Эту проверку осуществляют при помощи калибров 1 и 2, которые устанавливают в отверстиях корпуса (рис. 5.26, а). Если оси отверстий взаимно-перпендикулярны, то калибр 1 свободно входит в отверстие калибра 2. Для контроля перпендикулярности осей отверстий под валы зубчатой конической передачи можно использовать другой способ (рис. 5.26, б). В этом случае оси отверстий считаются перпендикулярными, если лапка калибра 1 плотно, без просветов, по всей длине прилегает к образующей калибра 2. Перпендикулярность осей отверстий можно также проверить при помощи калибров со срезанными до оси концами (рис. 5.26, в). Если срезанные концы калибров плотно прилегают друг к другу,

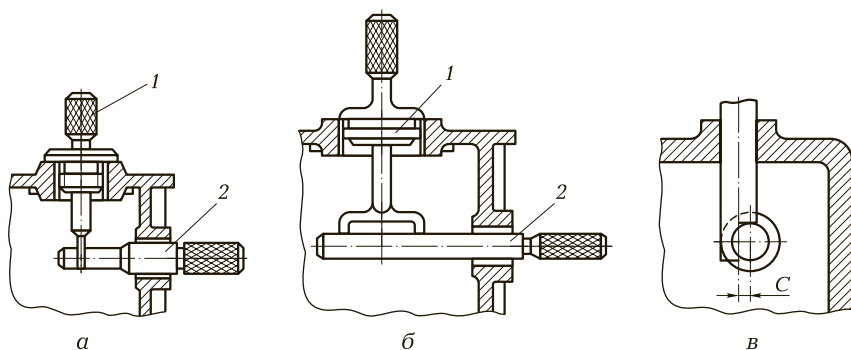


Рис. 5.26. Схема контроля расположения осей отверстий под валы зубчатой передачи с помощью калибров:

а — с отверстием и штифтом; б — с лапкой и гладким; в — со срезанными концами; 1, 2 — калибры; С — зазор

то оси отверстий взаимно-перпендикулярны. Плотность прилегания плоскостей калибров проверяют щупом.

Регулирование собранной конической зубчатой передачи проводится в целях обеспечения плавности ее работы. В процессе регулирования корректируют боковой зазор между зубьями конических зубчатых колес до значения, заданного техническими условиями на сборку. Величину бокового зазора в процессе его регулирования контролируют щупом или с помощью свинцовых пластин. В передачах повышенной точности боковой зазор контролируют, используя индикатор часового типа.

Регулирование бокового зазора осуществляется за счет изменения положения зубчатых колес в осевом направлении. После установки конических зубчатых колес в положение, обеспечивающее необходимую величину бокового зазора, нужно зафиксировать это положение так, чтобы при последующих разборках и сборках узла положение не изменялось. Этого можно достигнуть двумя способами:

- подбором толщины регулировочных колец или прокладок, которые устанавливают между торцевыми поверхностями деталей зубчатого зацепления и сопрягаемых с ними деталей;
- перемещением конического зубчатого колеса при вращении регулировочных гаек.

Регулирование бокового зазора в конической зубчатой передаче осуществляют следующим образом (рис. 5.27). Зубчатое колесо 1, расположенное на валу, устанавливают в корпус по координате H , используя шаблон и изменяя толщину комплекта прокладок 2. Затем в отверстии корпуса монтируют вал с установленным на нем зубчатым колесом 4. В заключение на корпус устанавливают крышку, размещая между ней и корпусом комплект прокладок 3, толщина которых указывается в технических условиях на сборку. После этого проверяют величину бокового зазора в передаче и, в случае необходимости, изменяют толщину прокладок 2 и 3.

В большинстве случаев при регулировании бокового зазора в конической зубчатой передаче возникает необходимость в одновременном регулировании подшипниковых опор с радиально-упорными подшипниками с коническими роликами.

В случае необходимости одновременного регулирования бокового зазора в конической зубчатой передаче и осевого зазора в подшипниковой опоре регулирование выполняется таким образом, чтобы при смещении ведомого зубчатого колеса 2 (рис. 5.28)

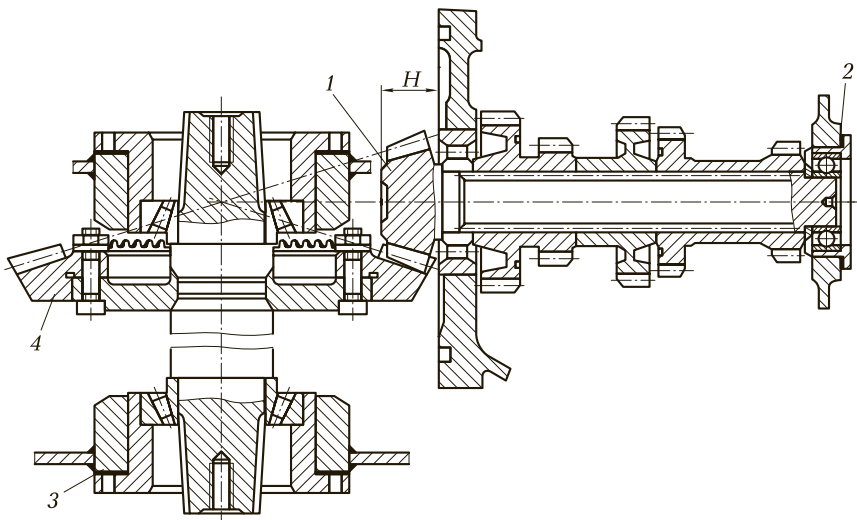


Рис. 5.27. Регулирование бокового зазора в конической зубчатой передаче:

1, 4 — зубчатые колеса; 2, 3 — комплекты прокладок; H — координата первоначальной установки зубчатого колеса

осевой зазор в подшипниковых опорах оставался неизменным. При регулировании узла между корпусом редуктора и крышкой устанавливают комплекты прокладок 3 и 6, толщина которых должна обеспечивать заданный техническими условиями на сборку осевой зазор в подшипниковых узлах. После установки прокладок затягивают болты и гайки крепления крышек 4 и 5 к корпусу и проверяют плавность вращения вала и величину его осевого смещения. Закончив регулирование осевого зазора в подшипниковых узлах, необходимо обеспечить его постоянство при последующем регулировании бокового зазора в зацеплении зубчатых колес 1 и 2. Эти условия будут соблюдены, если обеспечить постоянство размера l между внешними торцами наружных колец подшипников качения. Постоянство размера l достигается при условии неизменной суммарной толщины прокладок, установленных под правую и левую подшипниковые опоры.

В процессе регулирования бокового зазора необходимо проверить соответствие его величины требованиям технических условий на сборку. Проверить боковой зазор в конической зубчатой передаче можно так же, как и в цилиндрической зубчатой передаче (щупом, свинцовой проволокой или пластиной), или специ-

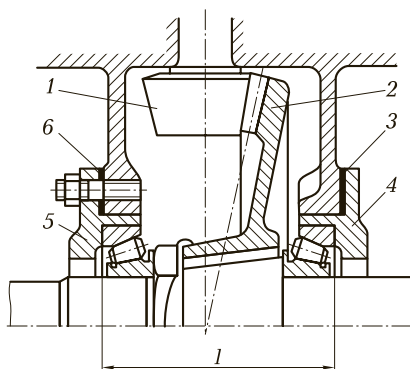


Рис. 5.28. Одновременное регулирование бокового зазора зубчатого зацепления и осевого зазора в роликовых подшипниках качения:
 1, 2 — зубчатые колеса; 3, 6 — комплекты прокладок; 4, 5 — крышки; *l* — регулируемое расстояние между внешними торцами наружных колец подшипника

альным приспособлением с индикатором часового типа (рис. 5.29). В этом случае при помощи индикатора 1 определяют величину бокового зазора в передаче, а индикатор 2 служит для определения торцевого биения конического зубчатого колеса 3 и осевого смещения вала 4, которое определяет величину бокового зазора в подшипниковых опорах передачи.

Контроль качества сборки конической зубчатой передачи. Комплексный контроль качества сборки конической зубчатой передачи осуществляется методом «на краску». Для этого тонкий слой краски наносят на два зуба каждого из колес передачи, причем зубья для нанесения краски следует выбирать так, чтобы между ними было возможно большее число

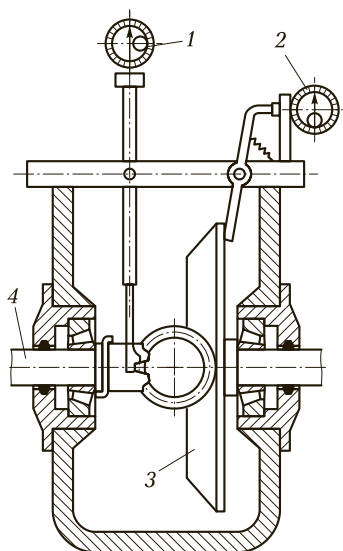


Рис. 5.29. Установка индикаторов контроля сборки конических зубчатых передач:

1, 2 — индикаторы; 3 — коническое зубчатое колесо; 4 — вал

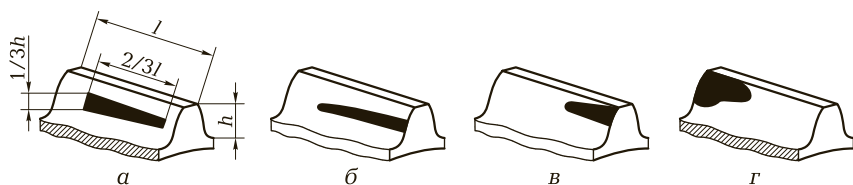


Рис. 5.30. Расположение пятен контакта при контроле сборки конических зубчатых колес с прямым зубом:

a — правильно; *б* — зазор в передаче мал; *в* — межосевой угол меньше расчетного; *г* — межосевой угол больше расчетного; *l* — длина зуба; *h* — высота зуба

чистых зубьев. После нанесения краски зубчатые колеса проворачивают в направлении работы передачи и по отпечаткам (пятнам контакта) судят о качестве сборки прямозубой конической передачи (рис. 5.30).

При контроле «на краску» гипоидных зубчатых колес отпечатки на зубьях ведомого зубчатого колеса отличаются по расположению пятен контакта от отпечатков на прямозубых зубчатых колесах (рис. 5.31).

Сборка червячных зубчатых передач. Червячные передачи представляют собой зубчато-винтовые передачи и состоят из винта, называемого червяком, и червячного колеса, представляющего собой разновидность цилиндрического косозубого колеса.

По сравнению с цилиндрическими зубчатыми передачами с винтовым зубом, которые также обеспечивают передачу движения между валами с перекрещивающимися осями, червячные передачи имеют ряд преимуществ: начальный контакт зубьев происходит не по точке, а по линии; угол пересечения осей может быть каким угодно, но в большинстве случаев он составляет 90° ; обод

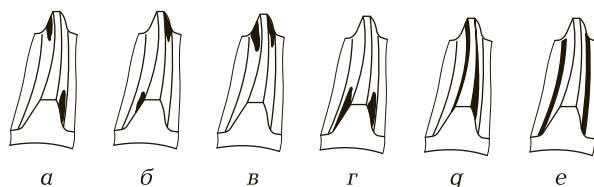


Рис. 5.31. Контрольные отпечатки краски при проверке гипоидных конических зубчатых передач «на краску»:

a–e — отпечатки краски (показаны черным цветом), соответствующие смещению ведущих и ведомых зубчатых колес одного относительно другого

червячного колеса в отличие от обода цилиндрического косозубого колеса имеет вогнутую форму, что способствует увеличению длины линии контакта зубьев; червячные передачи работают плавно и бесшумно.

Существенным недостатком червячных передач является низкий КПД из-за больших сил трения, возникающих в передаче.

Резьба червяка может быть одно- и многозаходной, правой и левой. Угол подъема винтовой линии червяка соответствует углу подъема зубьев червячного колеса. В большинстве случаев применяют передачи, имеющие правое направление подъема винтовой линии и число заходов от одного до четырех. Червяки для червячных передач изготавливают из углеродистых конструкционных или легированных сталей с последующей термической обработкой до твердости 58... 63 HRC.

Наибольшее распространение для изготовления червяков получили легированные стали марок 15X, 20, 12ХН2, 12ХГТ, 20ХФ и углеродистые стали марок 40 и 45, которые закалывают до твердости 45... 55 HRC. В большинстве случаев червяк изготавливают как единое целое с валом.

Выбор материала для изготовления червячного колеса зависит от скорости скольжения червяка по зубьям колеса. Так как условия смазывания червячной передачи весьма неблагоприятны и она имеет склонность к заеданию, венцы червячного колеса изготавливают из бронзы, а в некоторых случаях, но значительно реже, из чугуна или из пластических масс. Центральную часть червячного колеса — ступицу в связи с высокой стоимостью бронзы изготавливают из стали или из чугуна. Для изготовления зубчатого венца применяют бронзы, обладающие высокими антифрикционными свойствами.

При серийном изготовлении червячные колеса выполняют биметаллическими, т.е. зубчатый венец получают методом центробежного литья в специальные формы, в которых предварительно устанавливают чугунную или стальную ступицу.

При небольших размерах червячных колес зубчатые венцы крепят к ступице винтами. При изготовлении зубчатого венца из полимерных материалов его закрепляют на ступице болтами. При этом зубчатый венец устанавливают между двумя металлическими дисками.

К червячным передачам предъявляют следующие технические требования:

- профиль и шаг зубьев червячного колеса и червяка должны совпадать;

- длина контакта зубьев червяка и червячного колеса должна составлять не менее $2/3$ длины зуба;
- величина радиального и торцевого биения червячного колеса и червяка должна соответствовать точности передачи [8, с. 216];
- межосевое расстояние должно соответствовать расчетным величинам и не выходить за пределы допусков, установленных для передачи заданной точности [8, с. 216];
- оси валов должны совпадать с осями отверстий в корпусе и располагаться по отношению друг к другу под углом 90° ;
- холостой ход червяка, т. е. угол поворота червяка при неподвижном червячном колесе, должен соответствовать точности передачи [8, с. 217];
- при проверке работоспособности передачи она должна работать плавно и бесшумно;
- во время испытания передачи под нагрузкой температура подшипников в опорах передачи не должна превышать 60°C .

Технологический процесс сборки червячной передачи предусматривает выполнение следующих операций:

1. Сборка и установка на вал червячного колеса.
2. Контроль межосевого расстояния.
3. Общая сборка червячной передачи.
4. Контроль качества сборки.

Сборка червячной передачи. *Сборка и установка на вал червячного колеса* в большинстве случаев начинается с напрессовывания зубчатого венца на ступицу. Напрессовывание может осуществляться как в холодном, так и в горячем состоянии. Затем сверлят отверстия и нарезают в них резьбу под винты или под стопоры, которые после ввинчивания в отверстия раскернивают в целях предупреждения их самопроизвольного отвинчивания. После установки стопоров червячное колесо проверяют на радиальное биение. Установка червячного колеса на вал и его проверка осуществляются так же, как и при установке на вал цилиндрических зубчатых колес.

При установке колеса на вал с применением призматической шпонки ступицу колеса зажимают распорными втулками или крепят с обеих сторон гайками. Регулирование осевого положения червячного колеса на валу осуществляется в первом случае за счет установки компенсационных колец, а во втором — смещением гаек.

При сборке червячной передачи особенно важно обеспечить правильное зацепление червяка и червячного колеса. Это возможно только в тех случаях, когда угол скрещивания осей и межосевое расстояние соответствуют требованиям технических условий на сборку (если эти величины не указаны в технических условиях, то они должны соответствовать величинам, рекомендуемым для передач соответствующей точности и указываемым в справочной литературе) [8, с. 216].

При сборке червячной передачи также необходимо обеспечить совпадение средней плоскости червячного колеса с осью червяка и боковой зазор в передаче, соответствующий требованиям технических условий. Поэтому, прежде чем приступить к монтажу червяка и червячного колеса в корпус, необходимо проверить межосевое расстояние отверстий под их установку и взаимное расположение этих осей.

Проверка межосевого расстояния производится с помощью специальных, устанавливаемых в корпус эталонных валов 1 и 2 (рис. 5.32, а) микрометрическим нутромером 3. Межосевое расстояние определяют по формуле $A = H + (D + d)/2$, где H — расстояние между валами; D и d — диаметры валов.

Проверку угла скрещивания осей проверяют по схеме, приведенной на рис. 5.32, б. При помощи индикатора 5, установленного в рычаге 4, закрепленном на одном из валов, определяют отклонения

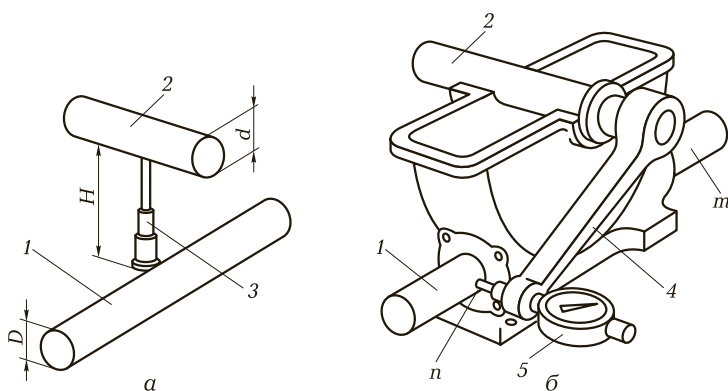


Рис. 5.32. Контроль расположения осей червячной передачи:

а — межосевого расстояния при помощи контрольных оправок (эталонных валов); б — угла скрещивания; 1, 2 — эталонные валы; 3 — микрометрический нутромер; 4 — рычаг; 5 — индикатор; D , d — диаметры эталонных валов; H — расстояние между валами; m , n — точки контроля

положения второго вала в точках l и m . Полученный результат сравнивают с требованиями технических условий на сборку.

Общую сборку червячной передачи начинают с установки в корпус червячного колеса и напрессовывания на его вал подшипников. После этого производят напрессовывание подшипников на вал червяка и устанавливают его в корпус, закрывая подшипниковые опоры червяка и червячного колеса крышками. После установки червячного колеса и червяка в корпусе переходят к проверке их взаимного положения и его регулированию.

Контроль качества сборки червячной передачи. Осуществить контроль собранной червячной передачи на совмещение средней плоскости червячного колеса с осью червяка можно методом «на краску». В этом случае на поверхность зубьев червяка наносят тонкий слой краски и после его поворота по отпечаткам на зубьях червячного колеса судят об их взаимном расположении (рис. 5.33).

Взаимное положение червяка и червячного колеса в корпусе редуктора можно оценить также при помощи шаблона-угольника, приложив его к торцевой поверхности червячного колеса и замерив величину зазора между полкой угольника и наружной поверхностью червяка. Шаблон сначала прикладывают с одной, а затем с другой стороны червячного колеса и по разности величин судят о совпадении средней плоскости червячного колеса с осью червяка.

Наиболее точные результаты о взаимном расположении червячного колеса и червяка могут быть получены при помощи индикаторного приспособления, схема которого приведена на рис. 5.34.

Регулирование взаимного расположения червячного колеса относительно червяка осуществляется либо за счет установки компенсационных колец, либо осевым перемещением гаек, обеспечивающих крепление колеса на валу.

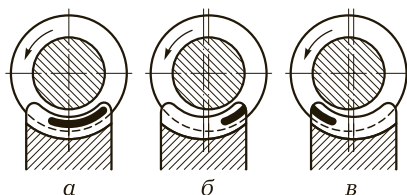
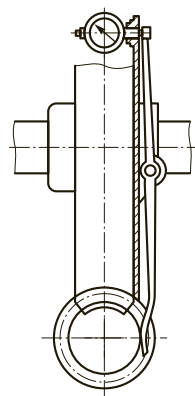


Рис. 5.33. Расположение пятен контакта при контроле червячной передачи «на краску»:

a — правильно; b, v — средняя плоскость червячного колеса смещена относительно оси червяка

Рис. 5.34. Установка индикаторного контроля взаимного расположения червяка и червячного колеса



Боковой зазор в червячной передаче определяют, проворачивая червяк при неподвижном червячном колесе. Для определения величины бокового зазора на валах червяка и червячного колеса устанавливают рычаги, которые приводят в контакт с измерительными наконечниками индикаторов, установленных на стойках. По показаниям индикаторов определяют величину бокового зазора в передаче по формуле $C_n = \varphi L / 3600$, где φ — угол поворота червяка; L — расстояние от оси червяка до измерительного наконечника индикатора.

Обкатка и испытание собранных зубчатых передач. *Обкатка зубчатых передач* позволяет улучшить условия работы передачи (повышается КПД и уменьшается уровень шума) за счет приработки зубьев, которая заключается в выравнивании неровностей, имеющих на их рабочих поверхностях.

Перед обкаткой необходимо проверить уровень масла в передаче.

Обкатке подвергаются только те передачи, в которых устанавливают термически обработанные зубчатые колеса. Обкатка производится при подключении ведущего вала передачи к выходному валу электрического двигателя, при этом на ведомом валу создается нагрузка при помощи электрического или гидравлического тормозного устройства. Схема для обкатки редукторов с торможением приведена на рис. 5.35, а. Обкатка по этому методу требует больших энергетических затрат, поэтому более рационально использовать схему с замкнутым силовым контуром (рис. 5.35, б), что позволяет сократить затраты энергии на обкатку редуктора в 4—6 раз.

При обкатке зубчатых передач шум должен быть ровным, незначительным, без стука и периодического изменения тональности.

Уровень шума определяется шумомером и не должен превышать 85 дБ.

Испытания на холостом ходу проводят на нескольких режимах в зависимости от требований, предъявляемых к собранной передаче. Неответственные зубчатые передачи подвергают испытаниям на холостом ходу, обеспечивая вращение ее элементов в

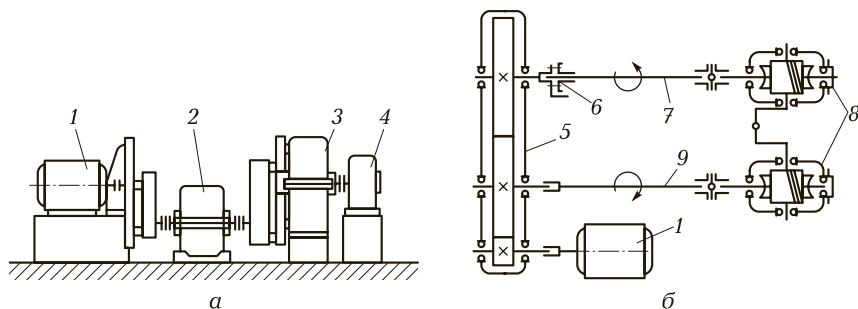


Рис. 5.35. Схемы для обкатки редукторов с торможением (а) и замкнутым силовым контуром (б):

1 — электрический двигатель; 2 — испытываемый редуктор; 3 — стендовый редуктор; 4 — гидравлический тормоз; 5 — установочный редуктор; 6 — указатель вращающего момента; 7, 9 — торсионные валы; 8 — обкатываемый редуктор; —> — направление вращения валов

течение 2...3 ч при номинальной частоте. После этого проверяют зацепление «на краску» и определяют величину бокового зазора в контролируемой передаче.

Испытания под нагрузкой проводят в несколько этапов:

- обкатывают передачи приблизительно в течение 3...4 ч, постепенно увеличивая нагрузку до 25 % от номинальной. Затем передачу останавливают и осматривают зубья колес, удаляя при помощи шабера появившиеся надиры, нарушающие нормальную работу передачи. Далее нагрузку увеличивают до 50, а затем до 75 % от номинальной, производя обкатку в каждом случае в течение 3...4 ч и удаляя надиры, появившиеся в процессе обкатки;
- нагрузку доводят до номинальной и обкатывают передачу в течение 1...2 ч, оценивая уровень шума и контролируя состояние подшипниковых опор.

5.4. ФРИКЦИОННЫЕ ПЕРЕДАЧИ И ИХ СБОРКА

Фрикционными передачами называют устройства, в которых движение от ведущего звена к ведомому передается путем их соприкосновения и взаимного качения. Простейшая фрикционная передача состоит из двух колес-катков, одно из которых закрепле-

но на ведущем валу, а другое — на ведомом. Колеса прижимаются друг к другу так, чтобы касательная сила сцепления была равна или превышала передаваемое усилие.

В зависимости от назначения различают фрикционные передачи с постоянным (нерегулируемым) и переменным (регулируемым плавно) передаточным отношением. Передачи с плавным бесступенчатым регулированием передаточного отношения называют вариаторами (рис. 5.36). Изменение величины передаточного отношения в этих передачах осуществляется следующим образом: фрикционное колесо 5 при помощи гайки 4 может перемещаться вдоль винта 3, приводимого в движение маховиком 2. При этом изменяются диаметры ведущего и ведомого конических барабанов 1 в месте их контакта с фрикционным колесом 5, а соответственно, и передаточное отношение передачи.

Передачи с постоянным передаточным отношением в зависимости от взаимного расположения осей ведущего и ведомого валов подразделяют на передачи с параллельными и пересекающимися осями. В зависимости от формы тела качения различают конические, цилиндрические и торцевые передачи.

Фрикционные передачи работают плавно и бесшумно, имеют простую конструкцию и достаточно точно передают движение. Наряду с этим фрикционные передачи обладают рядом суще-

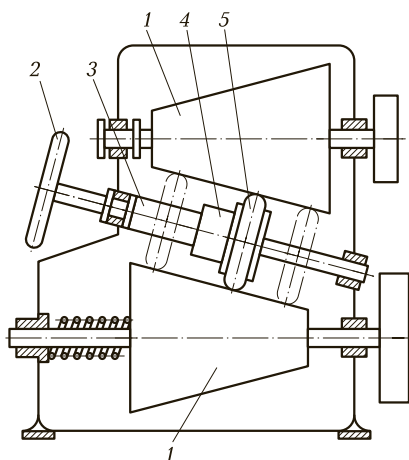


Рис. 5.36. Вариатор:

1 — конические барабаны; 2 — маховик; 3 — винт; 4 — гайка; 5 — фрикционное колесо

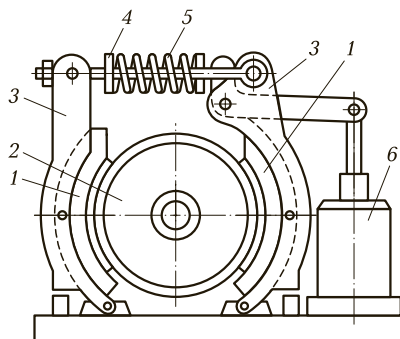


Рис. 5.37. Тормозное устройство:

1 — тормозные колодки; 2 — тормозной диск; 3 — рычаг; 4 — тяга; 5 — пружина; 6 — электромагнит

ственных недостатков: передаваемая мощность, как правило, не превышает 20 кВт; КПД составляет менее 0,9; оказывают значительное давление на опоры.

Установка фрикционных катков на валу осуществляется так же, как и установка зубчатых колес.

Одной из разновидностей фрикционных передач являются различные тормозные устройства, предназначенные для уменьшения скорости или полной остановки исполнительного механизма.

Сборка тормозного механизма (рис. 5.37) начинается с входного контроля деталей, поступивших на сборку. Проверяют геометрические размеры и форму посадочных мест вала и тормозного диска 2 на соответствие требованиям чертежа, после чего диск устанавливают на вал, используя шпоночное соединение. Затем приступают к установке тормозных колодок 1 на осях в корпусе рычагов 3, предварительно закрепив на колодках при помощи клея или заклепок фрикционные накладки. На рычаги 3 устанавливают тяги 4 с пружинами 5 и механизмом регулирования усилия растяжения пружин. Рычаги в сборе устанавливают на основании тормозного устройства, соединяя их осями, которые раскернивают.

Испытание колодочных тормозов производят в целях регулирования хода якоря электромагнита 6 и усилия пружины 5. Регулирование пружины заключается в установлении такой ее длины, которая обеспечивала бы необходимую силу прижатия колодок тормозного устройства к тормозному диску 2. Усилие прижатия определяется тормозным моментом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определить и отрегулировать стрелу прогиба ремня ременной передачи?
2. Как компенсировать несовпадение плоскостей шкивов с плоскостью движения ремня?
3. Почему в процессе эксплуатации цепной передачи цепь вытягивается и как это может повлиять на работу передачи?
4. Для чего при сборке зубчатой передачи необходимо обеспечить боковой зазор между зубьями зубчатых колес?
5. Каковы особенности сборки крупногабаритных зубчатых колес?
6. По каким параметрам и как испытывают конические зубчатые передачи?
7. Каким способом регулируют боковой зазор в процессе сборки червячной передачи?
8. С какой целью производится обкатка зубчатых передач?

МЕХАНИЗМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ И ИХ СБОРКА

6.1. ПЕРЕДАЧИ ВИНТ – ГАЙКА И ИХ СБОРКА

Назначение и конструкция передач винт—гайка. Передачи винт—гайка используют в различных механизмах для преобразования вращательного движения в поступательное. В ряде случаев эти передачи применяют для выигрыша в силе. Винтовые передачи обладают рядом достоинств. Они позволяют получить медленное поступательное движение с высокой точностью перемещения при достаточной простоте и надежности конструкции и отличаются компактностью при большой несущей способности.

Недостатком этих передач является низкий КПД, обусловленный значительными силами трения, возникающими при работе передачи.

В передачах винт—гайка используют в основном трапециевидные и прямоугольные резьбы. Грузовые винты имеют упорную резьбу.

Для уменьшения изнашивания винтовой пары в конструкциях привода металлорежущих станков применяют разъемные гайки. При необходимости, когда винтовая пара не используется, гайки могут размыкаться; в этом случае при вращении винта гайка не находится в контакте с его резьбой, что существенно уменьшает ее изнашивание. В тех случаях когда винтовая пара не находится в работе, предусматривают отключение винта от привода. Уменьшению изнашивания винтовой пары также способствует изготовление гайки из антифрикционных материалов (бронзы ОФ10-15 или цинково-свинцовой бронзы ЦС6-6-3), что позволяет значительно снизить коэффициент трения в паре. У таких винтовых пар КПД составляет 0,8...0,85.

Часто применяют винтовые пары, у которых трение скольжения заменено трением качения. В таких винтовых парах роль резьбовой поверхности выполняют шарики, размещенные в ка-

навках, проточенных на поверхностях винта и гайки. Достоинством шариковых винтовых пар является достаточно высокий КПД, который при благоприятных условиях работы может достигать 0,95. Кроме того, эти передачи позволяют устранить радиальные и осевые зазоры или значительно их уменьшить. Вследствие этого применение передач качения позволяет значительно увеличить точность перемещения исполнительных узлов механизма.

В последнее время более широкое применение находят гидростатические передачи винт — гайка, обеспечивающие работу винтовой передачи практически без трения, что позволяет довести КПД передачи до 0,99. В таких передачах в зазор между резьбовыми поверхностями винта и гайки подают масло под высоким давлением от специального насоса.

К винтовым передачам предъявляют следующие технические требования:

Ось винта для привода подачи подвижного узла должна быть параллельна направляющим.

Ось винта при вращении в подшипниках не должна смещаться при любом положении гайки и должна совпадать с осью последней.

Прежде чем приступить к сборке механизма с винтовой передачей скольжения необходимо промыть и просушить детали, входящие в передачу, провести контроль «на краску» и подогнать опорные поверхности, проверить легкость перемещения гайки по винту. Чтобы осуществить сборку винтового механизма, необходимо выполнить следующие операции:

1. Установить винт в опорах.
2. Собрать гайку.
3. Установить гайку на винт.
4. Отрегулировать собранный механизм.
5. Проконтролировать качество сборки.

Сборка передачи винт — гайка скольжения. Сборку винтового механизма (рис. 6.1) начинают с установки ходового винта. Левый конец винта 4 при помощи жесткой втулочной муфты 2 соединяют с хвостовиком 1 вала коробки подач коническими штифтами 3. Втулку 13 пригоняют по посадочной шейке правого конца винта 4 и собирают опорную часть подшипника правой опоры вала, надевая на него сферическое кольцо 12 и упорную шайбу 11 с радиальной прорезью. Затем в крышку 7 запрессовывают штифты 5 и 6, предварительно просверлив отверстия под них, и устанавливают опорную пяту 10 таким образом, чтобы штифт 6 вошел в шлиц на ее наружной поверхности. Крышку 7 в сборе навинчивают на

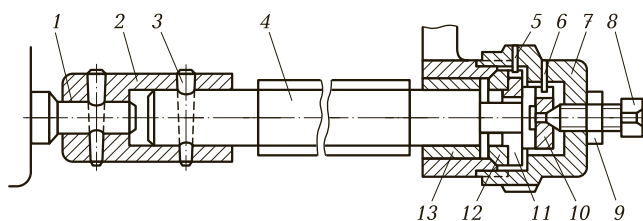


Рис. 6.1. Ходовой винт (сборочная единица):

1 — хвостовик вала коробки подач; 2 — муфта; 3, 5, 6 — штифты; 4 — ходовой винт; 7 — крышка; 8 — регулировочный винт; 9 — контргайка; 10 — опорная пята; 11 — упорная шайба; 12 — сферическое кольцо; 13 — втулка

резьбу корпуса подшипника так, чтобы штифт 5 вошел в шлиц упорной шайбы 11. После установки ходового винта в крышку 7 устанавливают регулировочный винт 8 с контргайкой 9.

После сборки узла с ходовым винтом переходят к сборке гайки ходового винта. Сборку гайки ходового винта (рис. 6.2) начинают с выполнения пригоночных операций (осуществляют пригонку шипа 4 корпуса 9 гайки к пазу ползуна 3). После выполнения пригоночной операции в корпус 9 гайки ходового винта с левой стороны запрессовывают полугайку 1, закрепляя ее винтами 2. С правой стороны корпуса 9 гайки ходового винта устанавливают на шпонке 6 подвижную резьбовую полугайку 7, которую пригоняют к корпусу 9 так, чтобы ее можно было легко, без качки смещать

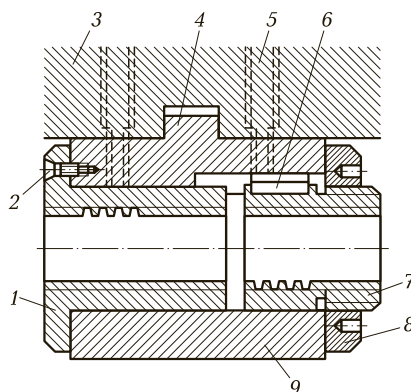


Рис. 6.2. Гайка ходового винта (сборочная единица):

1 — неподвижная полугайка; 2, 5 — винты; 3 — ползун; 4 — шип; 6 — шпонка; 7 — подвижная полугайка; 8 — регулировочная гайка; 9 — корпус гайки ходового винта

вдоль оси отверстия корпуса (осевое перемещение полугайки 7 обеспечивается за счет регулировочной гайки 8, установленной на наружной резьбе полугайки 7).

Собранную гайку устанавливают на ходовой винт, для чего винт вынимают из правой подшипниковой опоры и навинчивают на него собранную гайку. После этого винт с установленной на нем гайкой монтируют на место таким образом, чтобы шип корпуса 9 гайки вошел в паз ползуна 3, и закрепляют гайку ходового винта на корпусе винтами 5 (см. рис. 6.2).

Регулирование и контроль качества сборки винтовой передачи. Для обеспечения параллельности оси ходового винта направляющим станины перед его окончательной установкой необходимо отрегулировать положение правой (подшипниковой) опоры (рис. 6.3). Правую (подшипниковую) опору закрепляют на станине, используя струбцины. На направляющие станины устанавливают приспособление 1 и при помощи индикаторов 3 и 5, размещенных на мостике 2 приспособления, определяют параллельность оси ходового винта направляющим станины. Измерения производят в горизонтальной и вертикальной плоскостях у правого и левого концов винта.

Правильно смонтированный винт вращается без осевого перемещения, которое регулируется винтом 8 с контргайкой 9 (см. рис. 6.1), а его торец, нагруженный осевой силой, при правом и левом вращении не смещается более чем на 0,03 мм.

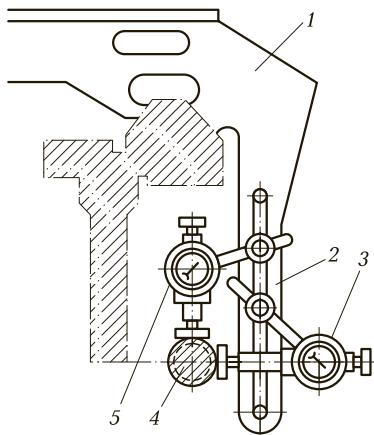


Рис. 6.3. Схема контроля сборки винтовой передачи:

1 — контрольное приспособление; 2 — мостик; 3, 5 — индикаторы; 4 — ходовой винт

Винтовые механизмы в связи с наличием зазоров в сопряжениях винт — гайка имеют холостой ход, т.е. при повороте винта на некоторый угол гайка остается неподвижной, а следовательно, и связанный с ней исполнительный механизм также остается неподвижным. Поскольку для нормальной работы механизма необходимо обеспечение минимального холостого хода в гайках ходового винта предусматривают устройства для его регулирования. В рассматриваемой конструкции винтовой передачи регулирование осуществляется за счет осевого перемещения подвижной полугайки. Осевое перемещение осуществляется при вращении регулировочной гайки 8, установленной на наружной резьбе полугайки 7 (см. рис. 6.2).

Сборка передач винт — гайка качения. Передача винт — гайка качения (рис. 6.4) обеспечивает повышенную осевую жесткость и более равномерное движение исполнительного звена механизма. Винт 10 и полугайка 4 передачи имеют резьбу специального профиля. Между витками резьбы ходового винта и полугайки помещают шарики 5, которые при вращении винта перекатываются, передавая движение гайке.

Для того чтобы обеспечить циркуляцию шариков в пределах одного витка резьбы, две соседние впадины гайки соединяют специальным каналом, выполненным в виде вкладыша.

Сборку передачи начинают с установки полугайки 4 на винт 10, вводя между винтом и полугайкой шарики. Шарик вводят через

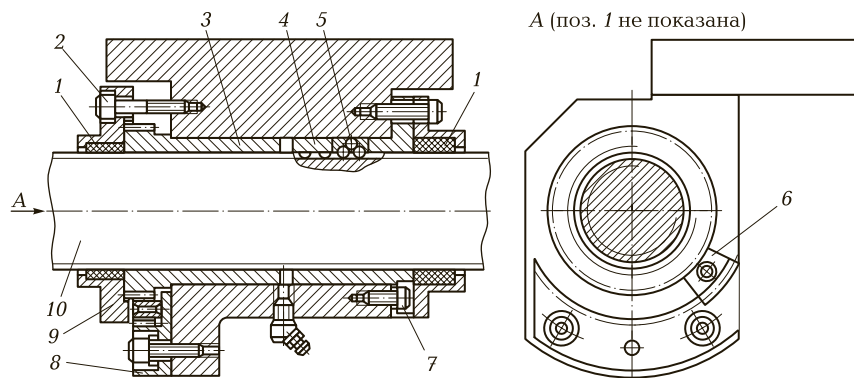


Рис. 6.4. Конструкция передачи винт — гайка качения:

1 — уплотнение; 2, 7, 10 — винты; 3, 4 — полугайки; 5 — шарики; 6 — сегмент; 8 — зубчатый сектор; 9 — крышка

окно гайки, предусмотренное для установки вкладыша. После введения шариков устанавливают вкладыш с каналом перебега. Затем, перемещая полугайку 4 вдоль винта, ее вводят в корпус и устанавливают крышку 9 с уплотнением 1, закрепляя их винтами 7. После установки полугайки 4 переходят к монтажу в корпус полугайки 3, осуществляя его в той же последовательности, что и монтаж полугайки 4. Регулирование зазора в винтовой передаче осуществляется с помощью зубчатого сектора 8 и сегмента б, которые крепят к корпусу гайки винтами. Регулирование положения подвижной полугайки 3 относительно неподвижной 4 осуществляется после установки крышки 9 и уплотнения 1 и их закрепления на корпусе винтами 2.

6.2. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ И ЕГО СБОРКА

Назначение и конструкция кривошипно-шатунного механизма. Кривошипно-шатунный механизм предназначен для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное, и наоборот. Кривошипно-шатунные механизмы первого типа применяют значительно реже, в основном в компрессорах и поршневых насосах. Кривошипно-шатунные механизмы второго типа находят широкое применение в двигателях внутреннего сгорания, паровых машинах и других типах машин-двигателей. К основным деталям, обеспечивающим работу кривошипно-шатунного механизма, относятся маховик, коленчатый вал (кривошип), шатун, поршневой палец, поршень, цилиндр, подшипники (коренные и шатунные).

Маховик служит для уменьшения неравномерности вращения коленчатого вала и вывода поршней из мертвых точек (крайних верхнего и нижнего положений). Обладая большой массой и инерцией, маховик облегчает пуск двигателя и обеспечивает плавный переход от одной частоты вращения к другой.

Шатун механизма обеспечивает соединение коленчатого вала (кривошипа или кривошипного диска) с поршневой группой.

Поршневая группа воспринимает осевые усилия от коленчатого вала и шатуна, осуществляя сжатие и подачу воздуха, газов и жидкостей под давлением (компрессоры и насосы), или передает осевые усилия шатуну и коленчатому валу при сгорании рабочей смеси в цилиндре двигателя (двигатели внутреннего сгорания).

Для обеспечения оптимальных условий работы кривошипно-шатунный механизм должен отвечать следующим техническим требованиям.

1. Зеркало цилиндра после обработки должно иметь высокую точность, правильную геометрическую форму и шероховатость поверхности Ra не более 1,2 мкм.

2. Зазоры в сопряжениях должны находиться в пределах, предусмотренных техническими условиями на собираемый механизм.

3. Отверстия во вкладышах шатунов и коренных подшипников, коренные и шатунные шейки коленчатого вала должны иметь правильную геометрическую форму и малую шероховатость поверхности в пределах, указанных в технических условиях.

4. В многоцилиндровых механизмах допускается различие в массе поршней не более $\pm 0,5\%$.

5. Поршневые кольца должны прилегать к поверхности цилиндра без зазора, а их упругость — соответствовать техническим нормам, установленным на собираемый механизм.

Кривошипно-шатунный механизм состоит из двух сборочных единиц: шатунной и поршневой групп, соединенных между собой и с коленчатым валом (кривошипом).

Технологический процесс сборки кривошипно-шатунного механизма состоит из четырех самостоятельных операций:

1. Установка коленчатого вала.
2. Сборка шатунной группы.
3. Сборка поршневой группы.
4. Общая сборка механизма.

Установка коленчатого вала. Прежде чем приступить к установке коленчатого вала, необходимо пришабрить посадочные места под вкладыши коренных шеек в корпусе и картере и установить вкладыши. Затем на вкладыши картера устанавливают коленчатый вал и на него устанавливают корпус, предварительно поместив прокладки между картером и корпусом. Корпус соединяют с картером болтами и затягивают их. После соединения корпуса и картера болтами коленчатый вал проворачивают, а затем снимают корпус и коленчатый вал. Оценивают состояние вкладышей картера и корпуса и, в случае необходимости, пришабрируют выступающие места.

Установку и снятие корпуса и коленчатого вала производят до тех пор, пока не будет достигнута требуемая точность прилегания коленчатого вала к вкладышам подшипника, которая определяется по плавности и легкости вращения коленчатого вала в коренных подшипниках.

Конструкция и сборка шатунной группы. Сборку шатунной группы (рис. 6.5) начинают с запрессовки втулки 2 в верхнюю головку 3 шатуна, обеспечивая при этом совпадение смазочной канавки 1, выполненной во втулке и предназначенной для подачи смазки к поршневому пальцу, со смазочным отверстием 5 шатуна. Совпадение смазочной канавки и отверстия обеспечивается при запрессовке втулки заподлицо с торцами верхней головки шатуна.

После запрессовки втулки в верхнюю головку шатуна и восстановления геометрических размеров и формы ее отверстия переходят к сборке нижней головки шатуна, представляющей собой разъемный подшипник скольжения.

Контроль качества сборки шатунной группы. После сборки нижней головки шатуна необходимо проверить соответствие ее геометрических размеров и формы требованиям технических условий на сборку. Контроль этих параметров наиболее целесообразно проводить при помощи микрометрического нутромера, который позволяет определить не только точность размеров, но и отклонения формы отверстия нижней головки шатуна от круглости и цилиндричности. Далее переходят к проверке шатуна на прямолинейность, двойной изгиб и параллельность осей отверстий его нижней и верхней головок.

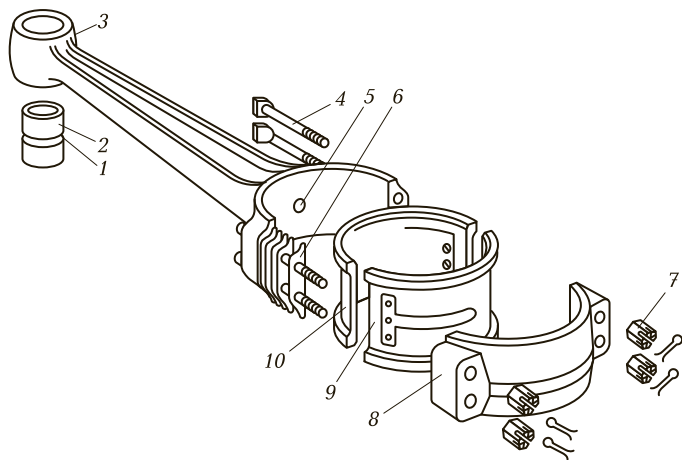


Рис. 6.5. Шатун:

1 — смазочная канавка; 2 — втулка; 3 — верхняя головка шатуна; 4 — болты; 5 — смазочное отверстие; 6 — прокладка; 7 — гайки; 8 — крышка; 9, 10 — вкладыши

Контроль прямолинейности осуществляется при помощи приспособления (рис. 6.6, а), на пальцах 4 и 7 которого устанавливают шатун 6, закрепляя его винтом 8. Затем на палец 4, на котором размещается верхняя головка 5 шатуна 6, устанавливают призму 3 так, чтобы запрессованные в ней штифты касались контрольной плиты 2. Если все три штифта касаются плиты, то шатун прямолинеен. Наличие зазора между плитой и хотя бы одним из штифтов свидетельствует об отклонении шатуна от прямолинейности. Величину отклонения шатуна от прямолинейности определяют, используя щуп 1.

Контроль шатуна на двойной изгиб выполняют, используя приспособление (рис. 6.6, б), на пальце 11 которого закрепляют нижнюю головку шатуна, выдвинув предварительно ограничитель 12 до упора в торец нижней головки шатуна, и измеряют при помощи глубиномера 10 расстояние от торцевой поверхности верхней головки шатуна до контрольной плиты 9. Затем шатун поворачивают на 180° и вновь проводят измерения. По разности показаний, полученных в процессе измерений, определяют соответствие шатуна техническим условиям.

Контроль параллельности осей отверстий верхней и нижней головок шатуна осуществляется при помощи приспособления (рис. 6.6, в), на пальцах 13 и 15 которого устанавливают ша-

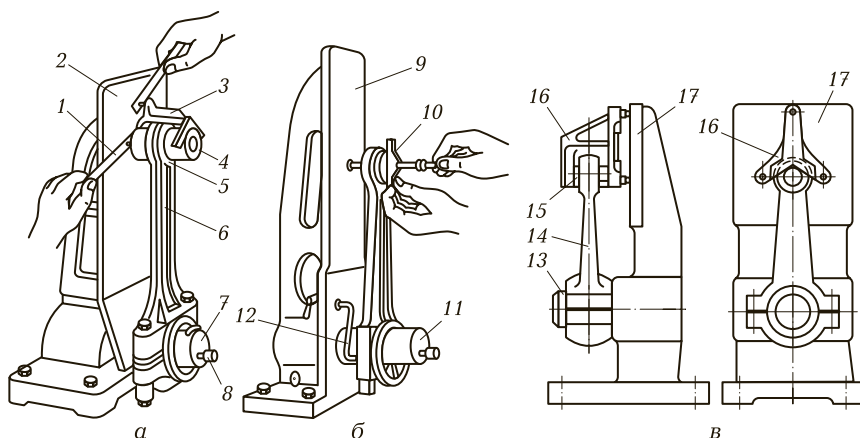


Рис. 6.6. Контроль сборки шатуна выполнением проверок:

а — прямолинейности; б — на двойной изгиб; в — параллельности осей отверстий; 1 — щуп; 2, 9, 17 — плиты; 3, 16 — призмы; 4, 7, 11, 13, 15 — пальцы; 5 — верхняя головка шатуна; 6, 14 — шатуны; 8 — винт; 10 — глубиномер; 12 — ограничитель

тун 14. Затем на палец 15 устанавливают призму 16 так, чтобы запрессованные в нее штифты касались контрольной плиты 17. Если между плитой и хотя бы одним из штифтов имеется зазор, то это свидетельствует об отклонении осей отверстий нижней и верхней головок шатуна от параллельности.

Определение наличия трещин осуществляется рентгеновским или ультразвуковым методами. В некоторых случаях наличие трещин может быть определено простукиванием шатуна (при наличии трещин возникает глухой дребезжащий звук).

Конструкция и сборка поршневой группы. Поршневая группа (рис. 6.7) состоит из цилиндра (на рисунке не показан), поршня 4, поршневых колец (на рисунке не показаны), поршневого пальца 3, обеспечивающего соединение поршня с верхней головкой 2 шатуна 5, и деталей уплотнения. Фиксация поршневого пальца от осевого смещения осуществляется стопорными кольцами 1. Изготавливают поршни из чугуна или алюминиевых сплавов.

На образующих поверхностях поршня выполняют 3—7 канавок в зависимости от конструкции механизма. В верхних канавках поршня размещают уплотнительные, а в нижних — маслосъемные кольца, изготовленные из мелкозернистого чугуна. Плотное прилегание колец к стенкам цилиндров обеспечивается их упругими свойствами.

Поршневые кольца обеспечивают защиту камеры сгорания (компрессионной камеры) от попадания масла из картера и препятствуют прохождению газов между поршнем и стенками цилиндра.

Предъявляемые к поршневой группе требования могут быть выполнены только в том случае, если правильно выбраны зазоры между поршневыми кольцами и стенками канавок под них. Значения этих зазоров зависят от конструкции двигателя и условий его эксплуатации и указываются в технических условиях на сборку или в справочниках [8, с. 224, 225].

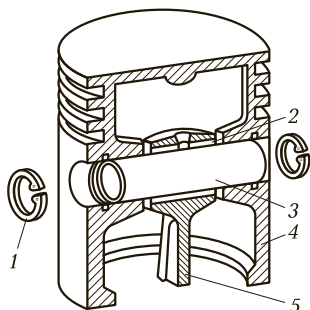


Рис. 6.7. Поршневая группа:
1 — стопорное кольцо; 2 — верхняя головка шатуна;
3 — поршневой палец; 4 — поршень; 5 — шатун

Цилиндры и поршни подбирают друг к другу. Способ подбора зависит от типа производства. В условиях единичного производства осуществляется индивидуальная пригонка поршня к цилиндру. В серийном производстве используется метод групповой (частичной) взаимозаменяемости, сортируя поршни на группы по массе, которая в большинстве случаев указывается на днище с помощью клеймения, и размерам цилиндра.

Сборка поршня и шатуна в единый механизм. Соединение поршня с шатуном осуществляется при помощи поршневого пальца тремя способами:

- палец закрепляют неподвижно в бобышках поршня, а шатун при этом может совершать колебательное движение относительно пальца (рис. 6.8, а);
- палец закрепляется неподвижно в верхней головке шатуна и может при этом свободно поворачиваться в бобышках поршня (рис. 6.8, б);

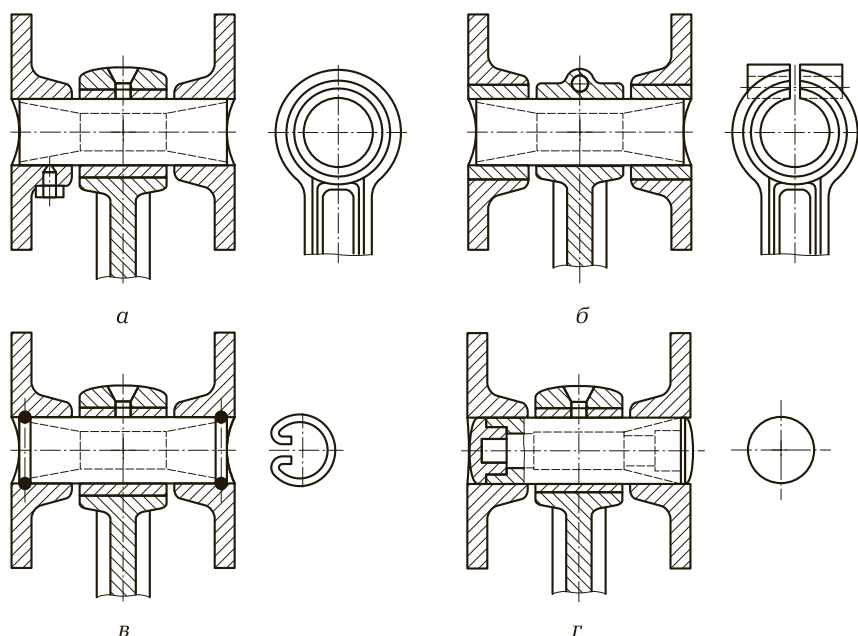


Рис. 6.8. Варианты соединения поршневого пальца с шатуном:
 а — закреплен неподвижно в бобышках поршня; б — закреплен неподвижно в головке шатуна; в, г — может свободно поворачиваться относительно посадочных мест (плавающий палец)

- палец может свободно поворачиваться относительно посадочного места в верхней головке шатуна и бобышках поршня — так называемый плавающий палец (рис. 6.8, в, г).

Выбор того или иного способа соединения зависит исключительно от конструкции механизма и его назначения. Тем не менее, мировой опыт показывает, что наиболее предпочтительным является использование в сборочной единице плавающего пальца.

При установке поршневого пальца в соединении поршень — шатун необходимо обеспечить невозможность осевого смещения поршневого пальца. Предупреждение осевого смещения может быть осуществлено различными способами, но наиболее широко применяют пружинные (стопорные) кольца, которые устанавливаются в специальные канавки, выполненные в бобышках поршня. Такие кольца изготавливают либо из стальной проволоки квадратного или круглого сечения, либо штампуют из листовой стали. В любом случае стопорные кольца должны быть подвергнуты термической обработке — закалке.

Контроль качества сборки шатуна с поршнем. Обязательным условием, выполнение которого необходимо при сборке кривошипно-шатунного механизма, является обеспечение параллельности осей поршневого пальца и нижней головки шатуна. Контроль этого параметра после соединения поршня с шатуном выполняется при помощи специальных приспособлений.

В условиях единичного и мелкосерийного производства такой контроль может быть осуществлен при помощи приспособления, показанного на рис. 6.9. Нижнюю головку шатуна 2 устанавливают на разжимную оправку так, чтобы образующая поршня касалась контрольной плиты 1, и проверяют отсутствие зазора между юбкой поршня и контрольной плитой. Затем сборочную единицу поворачивают на 180° вокруг вертикальной оси и вновь проверяют зазор между юбкой поршня и контрольной плитой. Отсутствие зазора в обоих случаях свидетельствует о параллельности осей нижней головки шатуна и поршневого пальца, т. е. о качественной сборке узла.

В условиях крупносерийного и массового производства для этих же целей применяют более совершенное приспособление (рис. 6.10). Нижнюю головку шатуна устанавливают на распорную втулку 5, привод которой осуществляется от пневматического цилиндра 6. Поршень устанавливают в подвижной 2 и неподвижной 4 призмах (подвижная призма прижимается к поверхности поршня пружиной 3) и одновременно подают сжатый воздух, обеспечивая

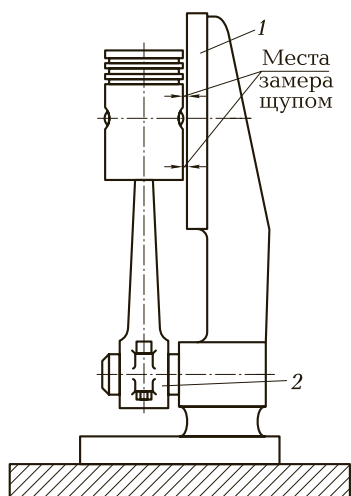


Рис. 6.9. Прибор контроля шатуна в сборе на параллельность осей поршневого пальца и нижней головки шатуна:

1 — контрольная плита; 2 — нижняя головка шатуна

закрепление сборочной единицы на распорной втулке. Положение подвижной призмы фиксируется индикатором *1* по показаниям отсчетного устройства. Затем сборочную единицу снимают с приспособления, поворачивают на 180° и вновь закрепляют в приспособлении, фиксируя положение стрелки отсчетного устройства индикатора. По разности показаний отсчетного устройства при двух закреплениях сборочной единицы определяют отклонение осей нижней головки шатуна и поршневого пальца от параллельности. Полученные данные сравнивают с требованиями технических условий на сборку.

Соединение шатунно-поршневой группы с коленчатым валом.

После сборки шатунно-поршневой группы и ее контроля устанавливают поршневые кольца в канавки поршня, а поршень в цилиндр, после чего нижнюю головку шатуна соединяют с шатунной шейкой коленчатого вала (кривошипа).

При установке поршневых колец большое значение имеет величина зазора в стыке колец, которая должна находиться в пределах $0,3 \dots 0,8$ мм. При большей величине зазора может произойти прорыв газов. Слишком малая величина зазора может привести к появлению задиров на стенках цилиндра.

Поршневые кольца поступают на сборку окончательно обработанными. Но все-таки перед установкой колец на поршень рекомендуется проверить их упругость, плотность прилегания к зеркалу цилиндра и величину зазора между торцами колец. Надевают кольца на поршень, используя специальные приспособления, на-

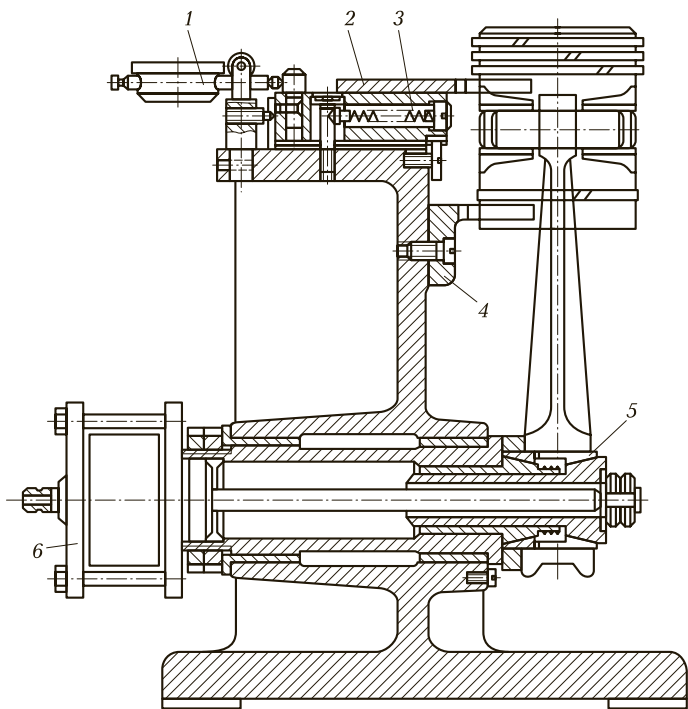


Рис. 6.10. Прибор контроля шатунно-поршневой группы в условиях крупносерийного и массового производства:

1 — индикатор; 2 — подвижная призма; 3 — пружина; 4 — неподвижная призма; 5 — распорная втулка; 6 — пневматический цилиндр

пример щипцы, изображенные на рис. 6.11. После установки колец на поршень их необходимо расположить таким образом, чтобы стыки (замки) колец были сдвинуты один относительно другого на угол, кратный числу колец (например, при наличии трех колец замки должны располагаться под углом 120°), и проверить величину зазоров между кольцами и стенками канавок поршня.

Когда поршневые кольца надеты на поршень, их диаметр превышает диаметр поршня. Поэтому чтобы опустить поршень в цилиндр, необходимо использовать специальное приспособление, имеющее коническое отверстие, меньший диаметр которого равен диаметру цилиндра, а больший — несколько превышает диаметр колец, надетых на поршень. Такое приспособление устанавливают на торце цилиндра, а поршневые кольца, сжимаясь при опускании, легко в него входят.

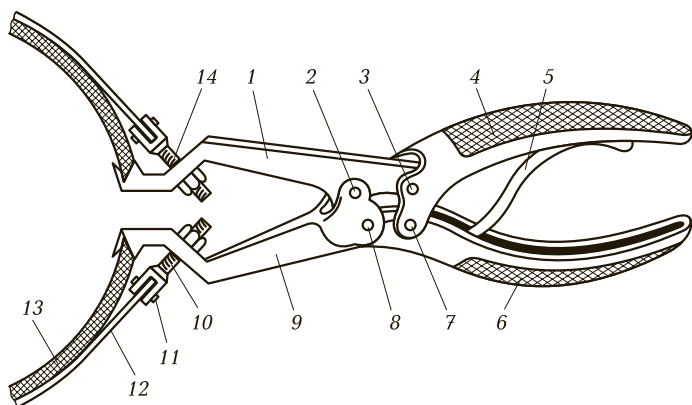


Рис. 6.11. Щипцы для установки поршневых колец:

1, 9 – губки; 2, 3, 7, 8 – оси; 4, 6 – рукоятки-рычаги; 5 – пружина; 10, 14 – регулировочные болты; 11 – штифты; 12 – металлическая лента; 13 – поршневое кольцо

При установке шатунно-поршневой группы и ее соединении с коленчатым валом необходимо обеспечить перпендикулярность осей коленчатого вала и цилиндра. Контроль перпендикулярности осей осуществляется по схеме, приведенной на рис. 6.12. Вдоль геометрической оси цилиндра натягивают струну 2, а на шатунной шейке коленчатого вала 1 устанавливают рейсмас 3 так, чтобы

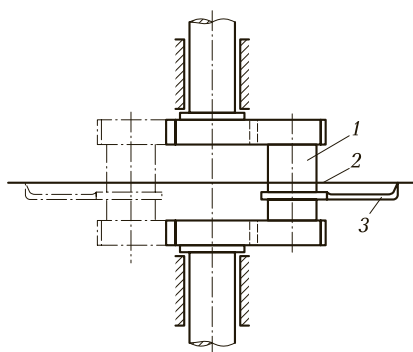


Рис. 6.12. Приспособление для контроля перпендикулярности осей шатунных шеек коленчатого вала и оси цилиндра:

1 – шатунная шейка коленчатого вала; 2 – струна; 3 – рейсмас

его острие касалось этой струны. Коленчатый вал поворачивают на 180° и проверяют касание острия рейсмаса натянутой вдоль оси цилиндра струны (в случае касания взаимная перпендикулярность осей коленчатого вала и цилиндра считается установленной).

После контроля взаимного расположения осей коленчатого вала и цилиндра соединяют нижнюю головку шатуна, представляющую собой разъемный подшипник скольжения, с шатунной шейкой коленчатого вала.

6.3. МЕХАНИЗМ КЛАПАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЕГО СБОРКА

Назначение и конструкция механизма клапанного распределения. Механизмы клапанного распределения регулируют подачу горючей смеси в рабочую камеру двигателя внутреннего сгорания, жидкости или газа — в рабочую полость гидравлических или пневматических устройств. Клапаны совершают возвратно-поступательное движение с отставанием при полном закрытии и открытии для выпуска или впуска рабочего тела и отработавших газов. Перемещение клапанов осуществляется под воздействием кулачков распределительного вала, совершающего вращательное движение, и пружин, которые обеспечивают возвращение клапанов в исходное положение.

В механизмах клапанного распределения применяют клапаны различных конструкций: шариковые, плоские, тарельчатые. Наибольшее распространение получили тарельчатые клапаны, которые достаточно просты в изготовлении, сборке и эксплуатации.

В качестве примера рассмотрим газораспределительный механизм с верхним расположением распределительного вала, когда его кулачки находятся над цилиндрами (рис. 6.13). Через коромысла 2 кулачки воздействуют на штоки 5 тарельчатых клапанов. Усилие от кулачка 3 передается коромыслу 2 через выступ коромысла или ролик 1, установленный на его конце. Применение ролика позволяет снизить изнашивание коромысла и кулачков, так как в паре ролик — коромысло имеет место трение качения, а не трение скольжения. На другой стороне коромысла установлены регулировочные винты 4, обеспечивающие регулирование величины хода клапана. Под воздействием коромысел клапаны опускаются и их тарелки 8 отходят от седел 7, обеспечивая впуск в цилиндр рабочей смеси или отведение отработавших газов. Возвращение клапана в исходное положение осуществляется пружиной 6, работающей

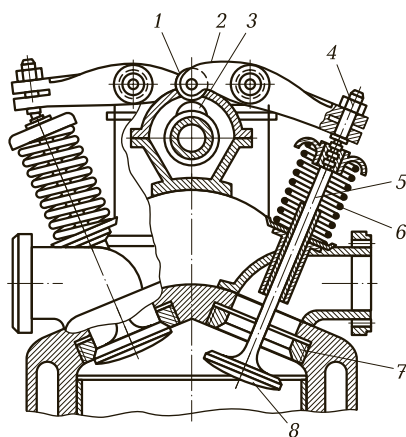


Рис. 6.13. Механизм клапанного распределения с тарельчатыми клапанами:

1 — ролик; 2 — коромысло; 3 — кулачок; 4 — регулировочный винт; 5 — шток клапана; 6 — пружина; 7 — седло клапана; 8 — тарелка клапана

на сжатие. Пружина обеспечивает достаточное усилие, под воздействием которого клапан плотно прижимается к седлу, перекрывая отверстие. Открытие и закрытие клапана должно быть строго согласовано с положением поршня в цилиндре. Обеспечить такое согласование можно только за счет кинематической связи коленчатого вала с распределительным с помощью зубчатой или цепной передачи. Часто для этих целей применяют зубчато-ременную передачу.

Основное требование, которому должен удовлетворять механизм клапанного распределения, — открывать и плотно закрывать отверстие в цилиндре при определенных положениях поршня. Это обеспечивается за счет определенного расчетным путем положения кулачков на распределительном валу, а также регулированием зазоров в механизме клапанного распределения.

Технологический процесс сборки механизма клапанного распределения состоит из трех основных операций: сборки узла с распределительным валом; сборки клапанной группы; общей сборки и регулирования механизма внутреннего сгорания.

Сборка узла с распределительным валом. Сборку начинают с запрессовки в блок цилиндров втулок 3, 4 и 5 (рис. 6.14) и их стопорения винтами от проворачивания с последующим развертыванием для восстановления геометрических размеров и формы от-

верстий втулок (отклонение формы отверстий от цилиндричности и круглости не должно превышать 0,04 мм). При запрессовке необходимо обеспечить совпадение смазочных канавок на втулках со смазочными отверстиями в блоке и заполнить смазочные канавки солидолом. Затем на распределительный вал устанавливают упорный фланец 2 и зубчатое колесо 1. Упорный фланец обеспечивает предупреждение осевого смещения распределительного вала под воздействием осевых сил, возникающих в зубчатом зацеплении с косозубыми зубчатыми колесами, соединяющими его с коленчатым валом. После сборки проверяют биение собранного узла по наружному диаметру зубчатого колеса. Распределительный вал с установленными на нем упорным фланцем и зубчатым колесом монтируют в подшипниках скольжения и закрепляют упорный фланец винтами. После этого производят регулирование положения распределительного вала по положению коленчатого.

Сборка клапанной группы. Прежде чем приступить к сборке клапанной группы, необходимо обеспечить плотность прилегания клапана к его седлу. Плотность прилегания достигается за счет шлифования фасок клапана и отделочной обработки его седла. Достаточно часто для обеспечения плотности прилегания клапана к седлу используют притирку, качество которой оценивают, наливая керосин в цилиндр. При высоком качестве притирки керосин не должен просачиваться между клапаном и седлом. После притирки клапана к седлу переходят непосредственно к сборке клапанной группы (см. рис. 6.13). В головку блока цилиндров устанавливают клапанные гнезда с седлами. Затем на шток 5 клапана устанавливают опорную шайбу, пружину 6, регулировочную шайбу и регу-

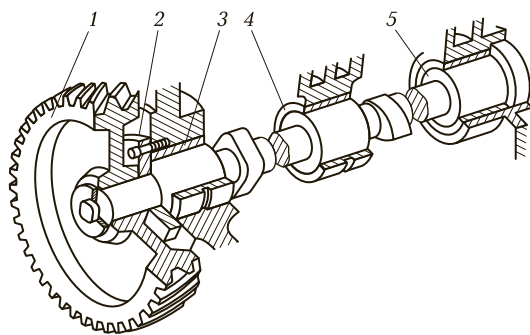


Рис. 6.14. Узел с распределительным валом (сборочная единица):

1 — зубчатое колесо; 2 — упорный фланец; 3–5 — втулки-вкладыши

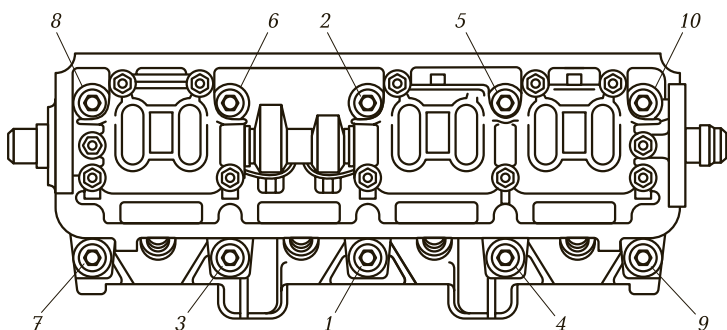


Рис. 6.15. Порядок затягивания гаек [1—10] шпильчатого соединения, обеспечивающего крепление головки блока цилиндров

лировочный винт 4, после чего проверяют усилие пружины, для того чтобы убедиться, что она обеспечивает плотное прилегание тарелки 8 клапана к его седлу 7. Установив клапан, переходят к монтажу коромысел. В паз коромысла 2 вводят ролик 1 и соединяют их осью, концы которой накернивают для предупреждения самопроизвольного выпадания. Собранные коромысла устанавливают на головке блока цилиндров, последовательно продвигая ось в отверстия блока и коромысел. Концы оси закрепляют для предупреждения самопроизвольного выпадания. В заключении устанавливают в резьбовых отверстиях коромысел регулировочные винты 4 и производят регулирование зазора между штоками клапанов и торцами регулировочных винтов коромысел.

Общая сборка и регулирование двигателя внутреннего сгорания. Общая сборка двигателя заключается в установке на блок цилиндров крышки блока. С этой целью в корпус блока ввертывают шпильки и устанавливают на него прокладку. Затем проворачивают распределительный вал на крышке блока цилиндров так, чтобы выпускной клапан первого цилиндра был полностью открыт, а коленчатый вал так, чтобы поршень первого цилиндра находился в верхней мертвой точке (ВМТ). После этого на корпус блока цилиндров устанавливают крышку и закрепляют ее, затягивая гайки шпильчатого соединения в последовательности, показанной на рис. 6.15. В заключении соединяют коленчатый и распределительный валы зубчатыми колесами, цепной или зубчато-ременной передачами и, проворачивая коленчатый вал от руки, проверяют синхронность работы кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов.

6.4. ЭКСЦЕНТРИКОВЫЙ МЕХАНИЗМ И ЕГО СБОРКА

Назначение и конструкция эксцентрикового механизма. Эксцентриковый механизм представляет собой разновидность кривошипно-шатунного механизма с небольшим радиусом кривошипа и обеспечивает преобразование вращательного движения в возвратно-поступательное. Такие механизмы применяют в станках, штамповочных прессах, клапанных и золотниковых устройствах. По конструкции различают цельные эксцентрики, устанавливаемые на конце вала, и разъемные, которые могут быть установлены на валу в любом месте.

В эксцентриковом механизме с неразъемным эксцентриком (рис. 6.16) круглый диск эксцентрика 9 установлен на валу 10 с помощью шпонки 7, обеспечивающей передачу крутящего момента. В эксцентриковом механизме оси вала и эксцентрика не должны совпадать. Расстояние между этими осями называют эксцентри-

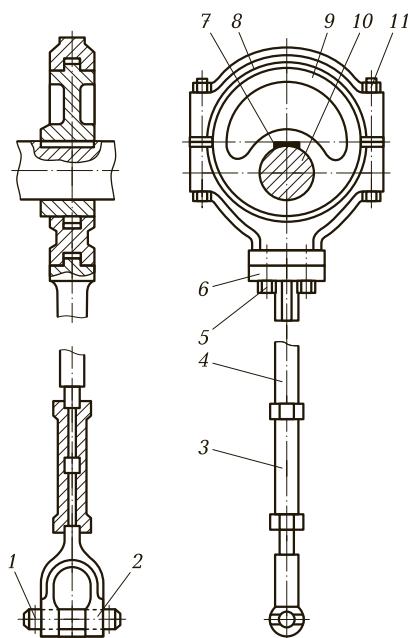


Рис. 6.16. Эксцентриковый механизм с неразъемным эксцентриком:

1 — штифт; 2 — вилка; 3 — тяга; 4 — шатун; 5, 11 — болты; 6 — фланец; 7 — шпонка; 8 — хомутик; 9 — эксцентрик; 10 — вал

ситетом. Величина эксцентриситета (расстояния между осями вала и эксцентрика) определяется радиусом кривошипа, роль которого выполняет эксцентрик. Для того чтобы эксцентрик занял определенное положение, его крепят при помощи хомутика 8 и болтов 11. Хомутик 8 соединяют с шатуном 4 при помощи фланцев, скрепляя их болтами 5. Шатун 4 состоит из двух частей, соединенных тягой 3. Вилка 2 шатуна с помощью штифта 1 шарнирно соединена с ползуном, приводящим в движение исполнительный механизм.

В тех случаях когда в процессе работы возникает необходимость изменить или отрегулировать длину хода исполнительного механизма, применяют эксцентрикковый механизм с двумя эксцентриками, что позволяет регулировать эксцентриситет, а следовательно, и длину продольного хода исполнительного механизма. В этом случае один из эксцентриков (внутренний) устанавливают на валу с помощью шпонки, а на него надевают второй эксцентрик (внешний), который может поворачиваться относительно внутреннего эксцентрика и закрепляться в заданном положении с помощью хомута и болта. Регулирование эксцентриситета в этом случае осуществляется за счет поворота наружного эксцентрика относительно внутреннего. Изготавливают эксцентрики из чугуна или из углеродистой стали, а для уменьшения трения между эксцентриком и хомутиком поверхность последнего заливает слоем баббита.

Сборка эксцентриккового механизма. Прежде чем приступить к сборке эксцентриккового механизма, необходимо проверить соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест эксцентрика (внутреннего и наружного) и вала требованиям чертежа. Затем на вал устанавливают шпонку и внутренний эксцентрик, на котором монтируют наружный, обеспечивающий регулирование эксцентриситета. Следующая операция сборочного процесса — установка вкладышей в верхней и нижней половинах хомутика. Посадочные места хомутика пришабривают по вкладышам с контролем «на краску». После сборки хомутика его устанавливают на наружный эксцентрик и закрепляют болтами. Следующим этапом сборочного процесса является контроль качества прилегания вкладышей, установленных в верхней и нижней половинах хомутика к наружному эксцентрику. Определяют качество прилегания, проворачивая вал на 2—3 оборота и определяя выступающие места на вкладышах, и, в случае необходимости, пришабривают их. Эту операцию повторяют до тех пор, пока качество сопряжения хомутика и наружного эксцентрика не будет соответствовать требованиям технических условий.

Заключительным этапом сборочного процесса является соединение эксцентрикового механизма с исполнительным узлом оборудования, в котором этот механизм используется. Это соединение осуществляется при помощи шатуна. Одну из частей шатуна при помощи болтов соединяют с хомутиком, а вторую с помощью вилки присоединяют к исполнительному механизму. Соединение двух частей шатуна осуществляется при помощи тяги, которая обеспечивает компенсацию неравномерности расстояния между эксцентриковым механизмом и исполнительным узлом.

6.5. КУЛИСНЫЙ МЕХАНИЗМ И ЕГО СБОРКА

Назначение и конструкция кулисного механизма. Кулисный механизм (рис. 6.17) является разновидностью кривошипно-шатунного механизма и применяется в строгальных и долбежных станках. Основной деталью кулисного механизма является кулиса 2, устанавливаемая на валу 13 и совершающая относительно него качательное движение. Сзади кулисы расположен кривошипный диск 5, в радиальном пазу которого перемещается палец 3 кривошипа, устанавливаемый в заданное положение винтом 4.

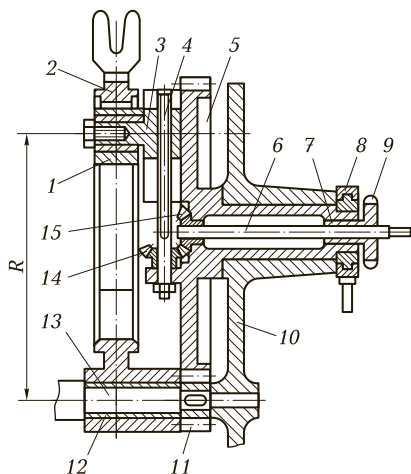


Рис. 6.17. Кулисный механизм:

1 — камень; 2 — кулиса; 3 — палец кривошипа; 4 — винт; 5 — кривошипный диск; 6 — валик; 7, 12 — втулки; 8 — эксцентрик механизма подачи; 9 — стопорная гайка; 10 — станина; 11, 14, 15 — зубчатые колеса; 13 — вал; R — радиус кривошипного пальца

Вращение винта осуществляется от валика 6 через коническую зубчатую передачу с колесами 14 и 15. Кривошипный диск при помощи хвостовика устанавливается в стенку станины 10. Вращение кривошипного диска осуществляется от привода станка через зубчатую передачу с колесом 11. Камень 1, установленный на пальце 3, входит в продольный паз кулисы, заставляя ее совершать качательное движение. Вилка, расположенная в верхней части кулисы, соединена с ползуном станка и при качании кулисы заставляет ползун перемещаться возвратно-поступательно в горизонтальной плоскости.

Одним из достоинств кулисного механизма является повышенная скорость обратного хода по сравнению со скоростью прямого (рабочего) хода, что особенно важно при использовании кулисного механизма в металлорежущих станках, где обратный ход является холостым.

Сборка кулисного механизма. Технологический процесс сборки кулисного механизма состоит из трех сборочных операций: сборки кривошипного диска; сборки кулисы; общей сборки кулисного механизма.

Сборку кривошипного диска начинают с контроля посадочных размеров и геометрической формы отверстия кривошипного диска 5 и втулки 7 требованиям чертежа и только после этого производят ее запрессовку. Отверстие во втулке после ее запрессовки необходимо развернуть для восстановления геометрических размеров и формы. Затем на валике 6 устанавливают шпонку и вводят его в отверстие кривошипного диска. На конце валика монтируют коническое зубчатое колесо 15.

На следующем этапе сборочного процесса ввертывают винт 4 в резьбовое отверстие пальца 3 кривошипа. После этого на уступе кривошипного диска устанавливают зубчатое колесо 14 так, чтобы его отверстие совпало с отверстием в уступе, а палец 3 кривошипа вводят в паз кривошипного диска так, чтобы гладкий конец винта 4 вошел в отверстие конического зубчатого колеса 14. После установки зубчатого колеса проверяют «на краску» качество зацепления колес 14 и 15. Винт 4 закрепляют на уступе при помощи гайки.

После сборки кривошипного диска его устанавливают в корпусе станины 10, монтируя на хвостовике эксцентрик 8 механизма подачи, и фиксируют положение стопорной гайкой 9.

Сборку кулисы начинают с контроля геометрических размеров и формы посадочных мест (вала кулисы 2 и отверстия под втулку и втулки 12, а также отверстия под вал кулисы в корпусе станины и вала 13 кулисы) требованиям чертежа. Кроме того, необходимо

проверить перпендикулярность собранного кривошипного диска валу кулисы при помощи рамного уровня, устанавливаемого на вал 13 кулисы, который размещают в отверстии корпуса.

После выполнения контрольных операций в отверстие кулисы 2 запрессовывают втулку 12 и разворачивают ее отверстие для восстановления первоначальных геометрических размеров и формы. Кулису 2 устанавливают на вал 13 и, используя шпоночное соединение, монтируют на валу зубчатое колесо 11. После этого, используя рамный уровень, проверяют перпендикулярность направляющих кулисы ее оси.

Общую сборку кулисного механизма начинают с установки собранного узла кулисы в отверстие корпуса станины так, чтобы зубчатое колесо 11, установленное на валу 13, вошло в зацепление с кривошипным диском 5. Проверяют зубчатое зацепление «на краску» и величину бокового зазора.

После установки кулисы в корпусе в ее направляющих размещают кулисный камень 1 так, чтобы он своим отверстием вошел в выступ пальца 3 кривошипа, и соединяют их винтом. После этого приступают к регулированию угла качания кулисы.

Регулирование угла качания кулисы осуществляется за счет изменения радиуса R кривошипного пальца (см. рис. 6.17). Для того чтобы изменить величину радиуса R , на квадратный конец валика 6 надевают рукоятку. Вращение рукоятки через зубчатую передачу с колесами 14 и 15 и винт 4 обеспечивают перемещение кривошипного пальца 3 вдоль радиусного паза кривошипного диска 5, изменяя эксцентриситет, а тем самым и угол качания кулисы, а следовательно, и длину хода ползуна.

6.6. ХРАПОВОЙ МЕХАНИЗМ И ЕГО СБОРКА

Назначение и конструкция храпового механизма. Храповые механизмы широко применяют в металлорежущих станках, автоматических линиях и грузоподъемных устройствах. Эти механизмы обеспечивают периодическую подачу режущего инструмента в процессе обработки, переключение станка с рабочего хода на холостой и обратно, удерживание груза в процессе его подъема или опускания.

Устройство храпового механизма периодической подачи стола поперечно-строгального станка показано на рис. 6.18, а. Кривошипный диск 6 механизма устанавливают на ведущем валу 8, частота вращения которого совпадает с частотой вращения криво-

шипного диска, приводящего в движение кулису станка, что обеспечивает подачу стола один раз за двойной ход кулисы (подача стола осуществляется во время холостого хода исполнительного механизма).

В Т-образном пазу кривошипного диска установлен палец 7, который закрепляется при помощи гайки. Палец может перемещаться вдоль паза вручную (при этом изменяется радиус кривошипа). С пальцем 7 одним концом соединен шатун 5, а вторым концом шатун связан с рычагом 2 храпового механизма. Рычаг 2, установленный на валу 4 по посадке с зазором, может совершать относительно этого вала качательное движение. На том же валу 4 при помощи шпонки установлено храповое колесо 1. В корпусе рычага 2 находится собачка 3, которая под воздействием пружины прижимается к храповому колесу и входит в одну из его впадин.

Периодическую подачу в таком механизме регулируют, изменяя радиус кривошипа, в зависимости от которого меняется угол качания рычага с собачкой и, следовательно, число зубьев храпового колеса, захватываемых за одно качание рычага.

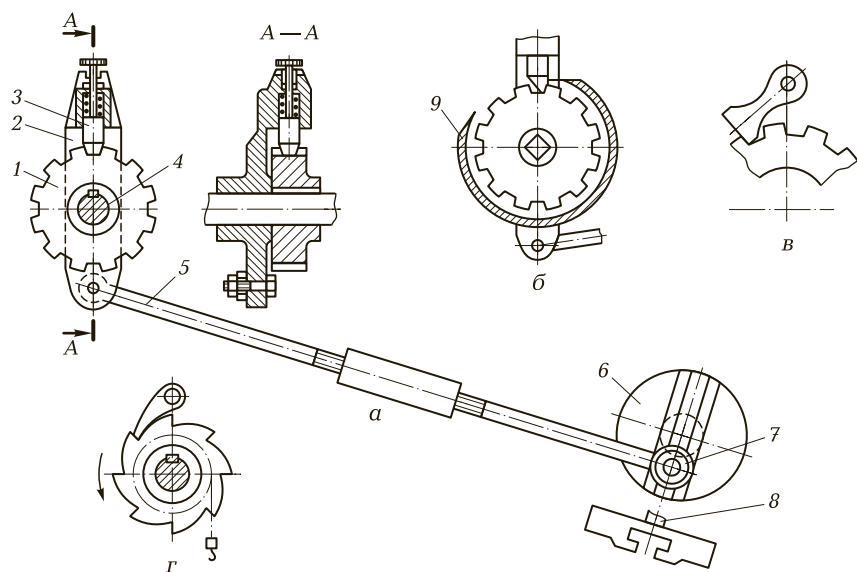


Рис. 6.18. Храповые механизмы:

а — с качающейся собачкой; *б* — с постоянным радиусом кривошипа; *в, г* — с перекидной собачкой; 1 — храповое колесо; 2 — рычаг; 3 — собачка; 4, 8 — валы; 5 — шатун; 6 — кривошипный диск; 7 — палец; 9 — щиток

Конструкция храпового механизма с постоянным радиусом кривошипа, а следовательно, с постоянным углом качания собачки показана на рис. 6.18, б. Число зубьев, захватываемых собачкой за одно качательное движение, регулируется щитком 9. Поворачиваясь, щиток перекрывает часть зубьев, и собачка при качании частично проскальзывает по нему. Для упрощения конструкции довольно часто вместо собачки с пружиной применяют перекидные собачки (рис. 6.18, в, г).

Если храповой механизм должен обеспечивать только одностороннюю подачу, то зубья храпового колеса выполняют скошенными, а собачку односторонней. Такие механизмы применяют, как правило, в грузоподъемных устройствах. При подъеме груза собачка скользит по скошенным зубьям, а при остановке она упирается в зуб, препятствуя самопроизвольному опусканию груза.

Сборка храпового механизма. Сборку храпового механизма рекомендуется начинать с контроля качества комплектующих деталей. Проверяют геометрические размеры и форму посадочных мест валов 4 и 8 на соответствие требованиям чертежа, а затем их устанавливают в подшипниковых опорах корпуса. После этого в корпус рычага 2 устанавливают пружину и собачку 3 и, проверив точность геометрических размеров и формы посадочного отверстия храпового колеса, его устанавливают на вал 4. Затем соединяют рычаг 2 с шатуном 5 при помощи болта, а две половины рычага соединяют между собой резьбовой муфтой. На заключительном этапе сборки шатун 5 соединяют с пальцем 7 штифтом, а головку пальца 7 вводят в паз кривошипного диска 6 и закрепляют гайкой.

6.7. КУЛАЧКОВЫЕ И РЕЕЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ИХ СБОРКА

Назначение и конструкция кулачковых и реечных механизмов. Кулачковые механизмы позволяют обеспечить любой закон возвратно-поступательного движения ведомого звена при вращательном движении ведущего. Простейшим кулачковым механизмом является механизм с плоским (дисковым) кулачком. Этот механизм (рис. 6.19) состоит из кулачка 8, установленного на валу 9, и толкателя с роликом 7. При вращении кулачок давит на толкатель и заставляет его совершать возвратно-поступательное движение. Изменяя профиль кулачка, можно заставить толкатель перемещаться по любой возвратно-поступательной траектории. Таким

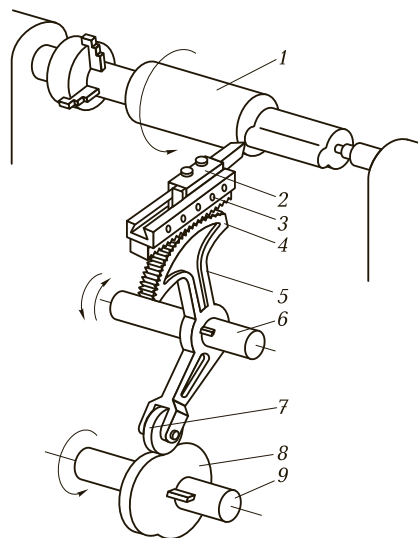


Рис. 6.19. Приспособление с реечно-зубчатой и кулачковой передачами: 1 – обрабатываемая заготовка; 2 – резцедержатель; 3 – зубчатая рейка; 4 – зубчатый сектор; 5 – рычаг; 6, 9 – валы; 7 – ролик; 8 – плоский кулачок

образом будет изменяться траектория движения исполнительного механизма, с которым связан толкатель. В нашем примере (см. рис. 6.19) роль исполнительного механизма выполняет реечная передача. Эта особенность кулачковых механизмов обеспечивает их широкое применение в автоматических металлорежущих станках и оборудовании, в котором требуется обеспечение определенного цикла автоматической работы.

Универсальное приспособление, изображенное на рис. 6.19, включает в себя кулачковый механизм и реечную передачу и предназначено для использования на токарном станке при обработке фасонных поверхностей при закреплении заготовок в трехкулачковом патроне.

Работает такое приспособление следующим образом: плоский кулачок 8, установленный на валу 9, через ролик 7 воздействует при вращении на зубчатый сектор 4, закрепленный на рычаге 5, заставляя его поворачиваться на определенный угол в ту или другую сторону в зависимости от профиля кулачка. Зубчатый сектор 4 находится в зацеплении с зубчатой рейкой 3, которая жестко соединена с резцедержателем 2. При повороте зубчатого сектора 4 рейка 3 с резцедержателем 2 совершают возвратно-поступательное

движение, копируя на поверхности заготовки 1 профиль кулачка, установленного на валу 9.

Для обеспечения копирования профиля кулачка на поверхности заготовки необходима кинематическая связь вала 9 со шпинделем станка. Эта кинематическая связь обеспечивается за счет соединения вала 9 с ходовым валом станка.

Сборка передачи. Сборку приспособления с реечно-зубчатой и кулачковой передачами, изображенного на рис. 6.19, начинают с контроля геометрических размеров и формы посадочных мест вала 9 и кулачка 8 на соответствие требованиям чертежа. Затем кулачок устанавливают на вал, используя для их соединения призматическую шпонку. После этого на рычаг 5 устанавливают зубчатый сектор 4 и закрепляют его. После установки зубчатого сектора необходимо проверить соответствие его радиального биения относительно оси сектора на соответствие техническим условиям на сборку. Убедившись в качестве сборки зубчатого сектора с рычагом, последний устанавливают на валу 6, предварительно проверив соответствие геометрических размеров и формы вала 6 и отверстия рычага 5 требованиям чертежа. В заключении на корпусе резцедержателя 2 закрепляют зубчатую рейку 3 и вводят ее в зацепление с зубчатым сектором 4. Собранный реечную передачу проверяют «на краску» и соответствие величины бокового зазора требованиям технических условий на сборку.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему КПД в гидростатических передачах винт—гайка больше, чем в передачах винт—гайка скольжения?
2. Чем объяснить, что в винтовых передачах металлорежущих станков применяют разъемные гайки несмотря на их более сложную конструкцию и повышенную трудоемкость сборки?
3. Какие технические требования предъявляют к кривошипно-шатунному механизму?
4. Почему после запрессовки втулки в верхнюю головку шатуна необходима ее дополнительная механическая обработка?
5. Какие способы подбора поршней к цилиндрам вы знаете?
6. Какие характеристики шатуна необходимо проверять перед общей сборкой кривошипно-шатунного механизма?
7. Почему тарельчатые клапаны находят наиболее широкое применение в механизмах клапанного распределения?
8. В каких случаях возникает необходимость применения эксцентрикового механизма с регулируемым эксцентриситетом?

9. Какие параметры кулисного механизма подлежат проверке после его сборки и какими инструментами при этом пользуются?
10. Как отрегулировать продольный ход ползуна кулисного механизма?
11. От чего зависит выбор конструкции храпового механизма?
12. Как осуществляется регулирование угла поворота храпового механизма?
13. В каких случаях и для чего применяют кулачковые механизмы?
14. Почему при использовании кулачковых механизмов в копировальных устройствах необходима кинематическая связь между вращением кулачка и вращением шпинделя станка?

МЕХАНИЗМЫ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ И ИХ СБОРКА

7.1. НАЗНАЧЕНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ

Поверхности, по которым перемещаются подвижные части механизма при поступательном движении, называют направляющими. В большинстве случаев направляющие размещаются на корпусных деталях, например суппорт токарного станка располагается на направляющих, которые находятся на станине.

В зависимости от назначения машины направляющие имеют различную форму и конструкцию. Служат направляющие для перемещения подвижных частей в горизонтальном, вертикальном и наклонном направлениях. В машинах должно быть предусмотрено, как правило, не менее двух направляющих различного профиля. Такая комбинация надежно обеспечивает движение исполнительного узла относительно базовой детали оборудования. Направляющие могут быть выполнены как единое целое с базовой деталью, так и отдельно от нее в виде накладных направляющих, устанавливаемых на базовую деталь в процессе сборки механизма. Накладные направляющие изготавливают из материалов, обладающих низким коэффициентом трения в паре с направляющими исполнительного узла и достаточно высокой износостойкостью (сталь, гетинакс, капрон, винипласт, текстолит). Стальные направляющие крепят на базовой детали винтами с потайными головками, а направляющие из пластических масс — на клею или пластмассовыми штифтами.

Нормальная работа направляющих зависит от их прямолинейности, состояния сопрягаемых поверхностей и наличия смазочных устройств.

Точность изготовления направляющих и их износостойкость оказывают существенное влияние на качество работы оборудования. В зависимости от характера трения при перемещении подвижного узла относительно неподвижного различают направля-

ющие скольжения, качения, гидростатические и аэродинамические.

Направляющие скольжения. Направляющие скольжения (рис. 7.1, а) отличаются большим разнообразием конструктивных решений. Если поверхность направляющих выпуклая, то на ней плохо удерживается смазка, поэтому такие направляющие применяют при малых скоростях перемещения исполнительных узлов. Однако, выпуклые направляющие просты в изготовлении, и, кроме того, стружка не задерживается на их поверхности, что предупреждает возможность преждевременного изнашивания направляющих.

Направляющие, образующие в поперечном сечении вогнутый профиль, более пригодны к использованию в механизмах с высокими скоростями перемещения исполнительных узлов, так как хорошо удерживают смазку, но их необходимо тщательно защищать

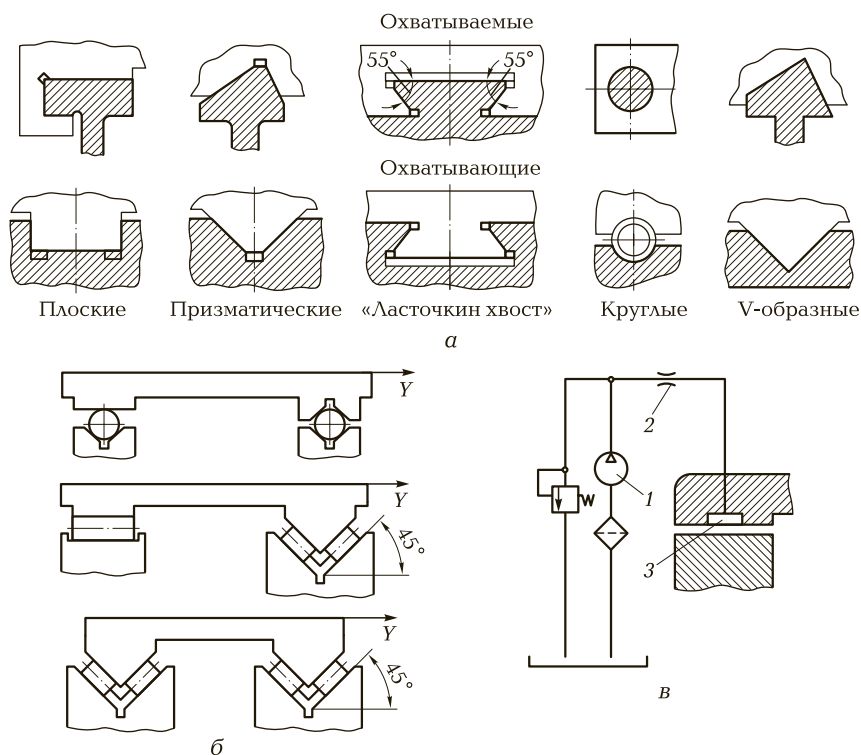


Рис. 7.1. Направляющие скольжения (а), качения (б) и схема гидростатических замкнутых направляющих (в):

1 — насос; 2, 3 — каналы

от попадания стружки и других загрязняющих материалов. Наиболее простыми в изготовлении являются плоские направляющие, но они плохо удерживают смазку и легко загрязняются, что существенно ограничивает их применение.

В целях упрощения конструкции узлов поступательного движения используют комбинированные направляющие в виде сочетания плоских и призматических направляющих. В некоторых случаях применяют круглые направляющие, которые относительно просты как в изготовлении, так и в эксплуатации.

Форма поперечного сечения направляющих зависит от назначения узла.

Плоские направляющие (см. рис. 7.1, а) применяют при нормальных требованиях к точности перемещения. Они просты в изготовлении, хорошо удерживают смазку, но требуют более сложных устройств для компенсации зазора по сравнению с призматическими направляющими.

Призматические направляющие используют для горизонтальных перемещений исполнительного узла при небольших скоростях. В сечении такие направляющие имеют равнобокую или неравнобокую трапецию. Призматические направляющие обеспечивают точное перемещение исполнительного узла и хорошее удаление стружки; саморегулирующиеся. По мере изнашивания зазор компенсируется за счет опускания перемещающегося узла.

Направляющие типа «ласточкин хвост» используются для горизонтальных, вертикальных и наклонных перемещений при небольших скоростях и небольших расстояниях перемещения. Отличаются простотой регулирования, достигаемого за счет применения клиньев и планок; просты в изготовлении. Условия смазки не очень благоприятны, потому велики потери на трение.

Круглые направляющие используют в основном для вертикальных перемещений при небольших скоростях. Наиболее просты в изготовлении. Хорошо удаляется стружка и грязь.

У-образные направляющие применяют для обеспечения горизонтального перемещения исполнительного механизма, когда требуется высокая скорость и точность перемещения. Такие направляющие обеспечивают наилучшие условия смазки среди всех направляющих скольжения.

Направляющие качения. Особенностью направляющих качения (рис. 7.1, б) является то, что между перемещающимся исполнительным узлом и базовой деталью располагаются тела качения — шарики или ролики, заключенные в сепаратор. Направляющие качения позволяют с высокой точностью совершать быстрые пе-

ремещения исполнительного узла и его установочные перемещения. Такие направляющие находят широкое применение в металлообрабатывающих станках (особенно повышенной точности и прецизионных).

При качении шариков или роликов по замкнутым направляющим наблюдается трение качения, сила которого значительно меньше силы трения скольжения. Применение направляющих качения позволяет снизить коэффициент трения, в связи с чем их изнашивание значительно меньше, чем при использовании направляющих скольжения. Кроме того, направляющие качения обеспечивают более плавное движение, так как при их использовании отсутствует эффект прилипания, характерный для направляющих скольжения.

Гидростатические направляющие. При необходимости высокой точности перемещения исполнительного узла механизма применяют гидростатические направляющие (рис. 7.1, в). Наиболее часто эти направляющие используют в прецизионных станках и станках с программным управлением, где требуется высокая точность перемещения исполнительных узлов. Сопрягаемые детали благодаря наличию между ними масляного слоя толщиной в несколько микрометров работают почти без трения, в связи с чем КПД гидростатических направляющих практически равен единице (0,99).

При использовании гидростатических направляющих подвижный узел перемещается как бы на масляной подушке, которая создается за счет подачи масла под давлением от насоса 1 в зазор между подвижным и неподвижным узлами по специальным каналам 2 и 3, выполненным в неподвижном узле.

Аэродинамические направляющие. В аэродинамических направляющих сопрягаемые поверхности разделены воздушной подушкой, создаваемой за счет непрерывной подачи в зону сопряжения сжатого воздуха. Аэродинамические направляющие обеспечивают мгновенную остановку исполнительного узла при прекращении подачи сжатого воздуха.

7.2. СБОРКА УЗЛОВ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ

Узлы с направляющими должны отвечать следующим техническим требованиям:

1. На поверхностях направляющих не должно наблюдаться задиров.

2. Смазочные канавки на направляющих должны располагаться в определенных, указанных в технических условиях местах.

3. Отклонение направляющих от прямолинейности должно находиться в пределах 0,01...0,05 мм на 1 000 мм длины.

4. Отклонение направляющих от параллельности в зависимости от назначения механизма должно составлять 0,01...0,05 мм на 1 000 мм длины.

5. Отклонение направляющих от перпендикулярности не должно превышать 0,01...0,02 мм на 1 000 мм длины.

6. Поверхности направляющих после их окончательной обработки должны иметь следующие параметры шероховатости Ra :

- для направляющих общего назначения — 1,25...0,63 мкм;
- для прецизионного оборудования — 0,04 мкм.

7. Плотность прилегания сопряженных деталей при контроле «на краску» должна обеспечивать не менее 25 контактных пятен на площади размером 25×25 мм.

8. При определении плотности прилегания направляющих при помощи шупа толщиной 0,04 мм он должен входить между сопрягаемыми поверхностями направляющих.

Детали с направляющими и детали, сопрягаемые с ними, поступают на сборку, как правило, в обработанном виде и требуют только окончательной отделки (и то не во всех случаях).

Основной задачей слесаря-сборщика является доводка направляющих до требуемой точности. Кроме того, слесарь должен установить механизм с направляющими в строго определенном положении.

Таким образом, монтаж сборочных единиц с поступательно движущимися частями сводится к отделке поверхностей направляющих, пригонке по ним сопрягаемых деталей и регулированию зазоров в соединении.

Исключение составляют накладные направляющие, которые изготавливают отдельно от базовой детали. При использовании таких направляющих требуется их предварительная установка на станину, и только после этого приступают к выполнению отделочных и пригоночных работ.

Установка накладных направляющих. Прежде чем приступить к установке накладных направляющих, необходимо проверить соответствие присоединительных размеров направляющих и корпусной детали требованиям чертежа или технических условий на сборку. После контроля присоединительных размеров на накладных направляющих сверлят отверстия под крепежные винты,

предварительно разметив их центры. В верхней части отверстий выполняют зенковку под потайные головки винтов крепления. Затем накладные направляющие устанавливают на корпусную деталь, фиксируя их положение при помощи струбцин, и сверлят отверстия под резьбу в корпусной детали (в этом случае направляющие с предварительно просверленными отверстиями используют в качестве кондуктора). Просверлив отверстия в корпусной детали, в них нарезают резьбу. Накладные направляющие устанавливают на корпусную деталь, и закрепляют винтами. После установки накладных направляющих проверяют их отклонение от прямолинейности, параллельности и плоскостности.

Отделка направляющих. В слесарно-сборочных работах широкое применение находит отделка направляющих методом шабрения, так как этот метод обеспечивает наиболее высокую точность поверхностей направляющих независимо от их длины и формы. Шабрение коротких направляющих обычно не вызывает сложностей, так как осуществляется с использованием традиционных методов.

При шабрении длинных направляющих применяют плиты и линейки, а шабрение производят по так называемым маякам (рис. 7.2). Сущность шабрения по маякам заключается в том, что на рабочей поверхности направляющих шабрят, контролируя по плите 2, небольшой участок, размер которого несколько превышает размер контрольной плиты. Контроль шабрения осуществляют методом «на краску». После выполнения шабрения на поверхности плиты 2 устанавливают уровень 3, который не должен показывать отклонения от горизонтальности ни в продольном, ни в поперечном направлении. Маяки шабрят на обоих концах направляющих 1 и 4.

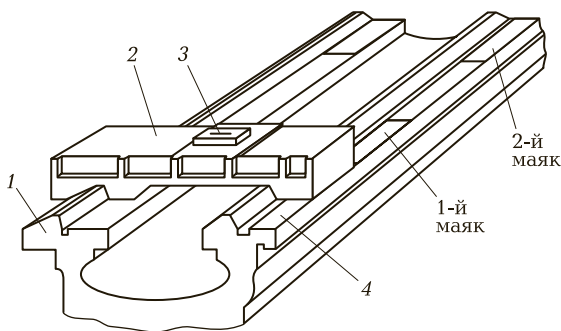


Рис. 7.2. Схема пробивки маяков на направляющих:

1, 4 — направляющие каретки; 2 — плита для контроля шабрения; 3 — уровень

Если для контроля качества шабрения вместо плиты применяют поверочную линейку, то маяки выполняют по всей длине направляющих таким образом, чтобы расстояние между соседними маяками не превышало длины поверочной линейки. Следует отметить, что чем ближе друг от друга расположены маяки, тем выше качество отделки направляющих. При шабрении по маякам их положение контролируют относительно соседних, используя поверочную линейку и уровень, что обеспечивает возможность выведения всех маяков на одну прямую, расположенную горизонтально. В дальнейшем маяки служат базовыми поверхностями при обработке участков направляющих между ними.

Шабрение направляющих по маякам выполняют следующим образом. На поверочную плиту наносят тонкий слой краски и устанавливают на направляющие с одного из их краев, а затем снимают. По полученным отпечаткам краски производят шабрение маяков на одной из сторон направляющих, контролируя качество шабрения методом «на краску». Обработка направляющих ведется до тех пор, пока при их контроле не будет наблюдаться 25 контактных пятен, расположенных равномерно в квадрате с размерами сторон 25×25 мм. После выполнения отделки первого маяка проверяют его горизонтальность в продольном и поперечном направлениях, устанавливая на маяк поверочную плиту и уровень.

После обработки первого маяка переходят к обработке второго на другом краю направляющих, осуществляя эту обработку в той же последовательности. Обработав два базовых маяка, проверяют, используя поверочную линейку и уровень, их взаимное положение (маяки должны находиться в одной горизонтальной плоскости). Между двумя пришабренными маяками обрабатывают третий маяк, проверяя его положение относительно двух ранее обработанных. Шабрение маяков продолжают до тех пор, пока поверхность направляющих не будет обработана полностью.

Для снижения трудоемкости работ при отделке направляющих, главным образом накладных, для станков нормальной точности возможно применение шлифования вместо шабрения. Шлифование направляющих выполняют, используя универсальные приспособления (рис. 7.3).

Приспособление устанавливают на направляющие станины 14, по которым оно может перемещаться на роликах 13 и 16, установленных в специальных стойках, которые закреплены в нижней части рамы 1. В центральной части рамы расположен продольный паз, в котором находится направляющий валик 2. По направляю-

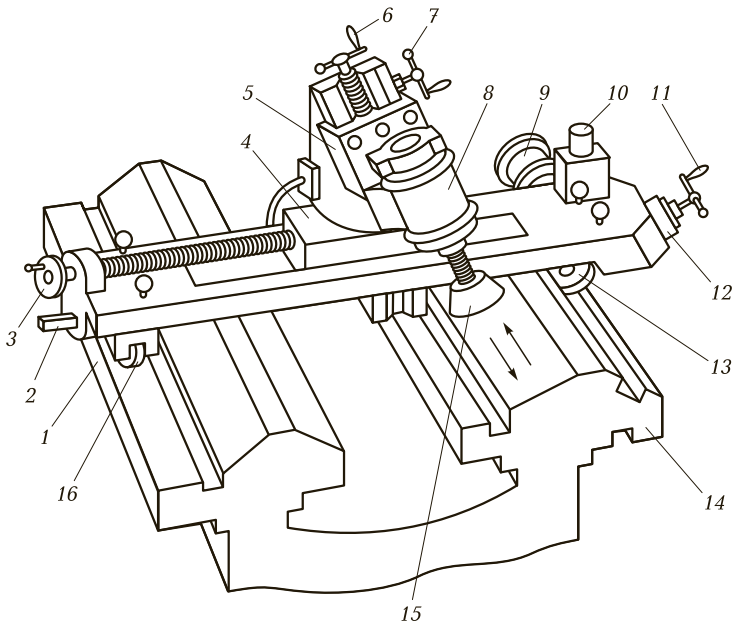


Рис. 7.3. Универсальное приспособление с поворотной шпиндельной головкой с абразивным кругом, используемое для шлифования направляющих:

1 — рама; 2 — направляющий валик; 3 — маховик; 4 — стойка; 5 — суппорт; 6, 7, 11 — маховики; 8, 9 — электрические двигатели; 10 — переключатель; 12 — стакан; 13, 16 — ролики; 14 — станина; 15 — шлифовальный круг

щему валику маховиком 3 перемещается стойка 4 с установленным на ней поворотным суппортом 5. На суппорте расположен электрический двигатель 8 со встроенным шпинделем. На шпинделе установлен шлифовальный круг 15. Подъем, опускание и поворот шпинделя осуществляются при помощи винтовых передач, приводимых в действие от маховиков 6 и 7. С обратной стороны рамы смонтирован электрический двигатель 9 с червячной передачей, которая приводит в движение ролик 13 и обеспечивает перемещение рамы 1 с шлифовальным кругом 15 по направляющим станины 14, производя шлифование направляющих.

На верхней части рамы установлен переключатель 10 для регулирования скорости перемещения приспособления по обрабатываемой поверхности направляющих станины. На торцевой стороне рамы справа имеется выступ с отверстием, в которое запрессован стакан 12 с ходовым винтом, обеспечивающим подъем и

опускание рамы при шлифовании. Ходовой винт приводится в движение маховиком 11.

Контроль направляющих. Направляющие проверяют на соответствие плоскостности, параллельности и перпендикулярности их поверхностей требованиям технических условий на сборку. Кроме того, направляющие проверяют на правильность геометрической формы.

Контроль геометрической формы фасонных направляющих (призматических, типа «ласточкин хвост» и V-образных) производят с помощью угломеров, шаблонов или специальных фасонных плит. При применении для контроля направляющих фасонных плит используется метод «на краску», а при применении шаблонов — метод «световой щели».

Контроль плоскостности направляющих осуществляется с помощью контрольных плит методом «на краску» или методом «световой щели». В первом случае проверку производят по числу пятен контакта на поверхности размером 25×25 мм. При контроле отклонения от плоскостности по методу «световой щели» пользуются щупом для количественной оценки этого отклонения.

Контроль прямолинейности поверхностей направляющих осуществляют методами, которые можно подразделить на две группы: определение угловых отклонений отдельных участков проверяемой поверхности от эталонной прямой при помощи уровня и определение линейных отклонений от эталонной прямой.

Для определения отклонений от прямолинейности применяют линейки с расстоянием между опорами 250; 500 и 1 000 мм и уровни с ценой деления 0,04...0,06 мм на 1 000 мм длины. Наиболее распространен контроль при помощи поверочных линеек, но использование в процессе контроля уровня обеспечивает более высокую точность измерений.

Хорошие результаты также дает контроль прямолинейности с использованием струны и инструментального микроскопа. Отклонение направляющих от прямолинейности в этом случае выполняют, закрепляя один конец струны точно по середине направляющей на одном ее конце. Второй конец струны пропускают через блок кронштейна, установленного точно по середине направляющей с другой ее стороны. Натяжение струны обеспечивается за счет груза, который подвешивают к свободному концу струны, пропущенному через блок кронштейна. Микроскоп устанавливают на направляющие так, чтобы струна совпала с осью шкалы окуляра, и перемещают его вдоль направляющих. Отклонение направляющей от прямолинейности определяют по шкале окуляра

микроскопа по величине смещения струны относительно оси шкалы.

Наиболее сложным методом контроля прямолинейности, обеспечивающим высокую точность, является коллимационный метод контроля. Применяют этот метод при контроле прямолинейности направляющих крупногабаритного оборудования.

Коллимационная установка (рис. 7.4, а) состоит из коллиматора 2 и зрительной трубы 3. Коллиматор устанавливают на подвижной части узла с направляющими, а зрительную трубу, через которую наблюдают за коллиматором, — на неподвижной. Коллиматор посылает вдоль направляющей пучок света, несущий изображение шкалы 1, помещенной в фокальной плоскости. Пучок света попадает в объектив зрительной трубы, в фокальной плоскости которой помещена визирная сетка 4, наблюдаемая через окуляр. Если оптическая ось коллиматора смещена относительно оптической оси зрительной трубы, то световые лучи входят в линзу зрительной трубы под некоторым углом. Смещение, равное отрезку АВ, пропорционально углу отклонения светового луча коллиматора. При перемещении подвижного узла по направляющим в случае их отклонения от прямолинейности будут наблюдаться указанные смещения. По величине смещения оптической оси коллиматора относительно визирной сетки зрительной трубы оценивают отклонение направляющих от прямолинейности. Измерения ведут

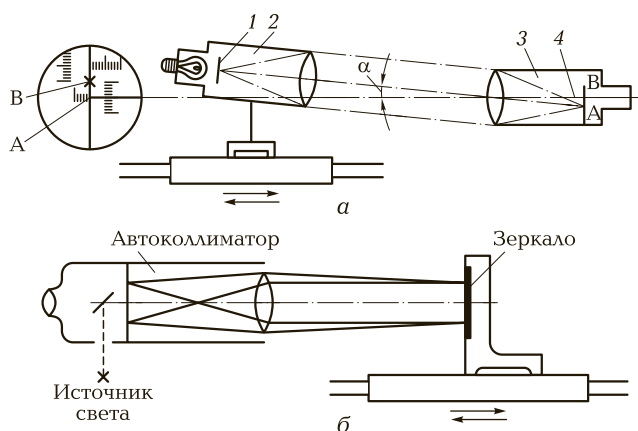


Рис. 7.4. Схема контроля прямолинейности направляющих при помощи коллиматора (а) и автоколлиматора (б):

1 — шкала; 2 — коллиматор; 3 — зрительная труба; 4 — визирная сетка; АВ — смещение изображения; α — угол отклонения светового луча

непрерывно в течение всего времени перемещения подвижного узла.

Если коллиimator закрепить на направляющих станины, а на подвижной части поместить плоское зеркало, то длина оптического рычага удвоится, и, соответственно, увеличится точность измерения. Такую установку называют автоколлимационной.

Контроль прямолинейности направляющих с помощью автоколлиматора осуществляют следующим образом (рис. 7.4, б). Плоское зеркало, укрепленное на перемещающейся части узла с направляющими, отражает пучок света, посылаемого автоколлиматором. В случае углового смещения зеркала происходит смещение изображения. Измерения также ведут непрерывно в процессе перемещения подвижной части узла с направляющими.

Контроль параллельности поверхностей направляющих (рис. 7.5) осуществляется следующим образом. Каретку 1 специального приспособления устанавливают опорными поверхностями 2 и 3 на направляющие.

Контроль параллельности производится по показаниям отсчетных устройств индикаторов, которые касаются своими измерительными наконечниками проверяемых направляющих в точках А, Б и В.

Контроль перпендикулярности поверхностей направляющих производится, как правило, при помощи угольников, размер

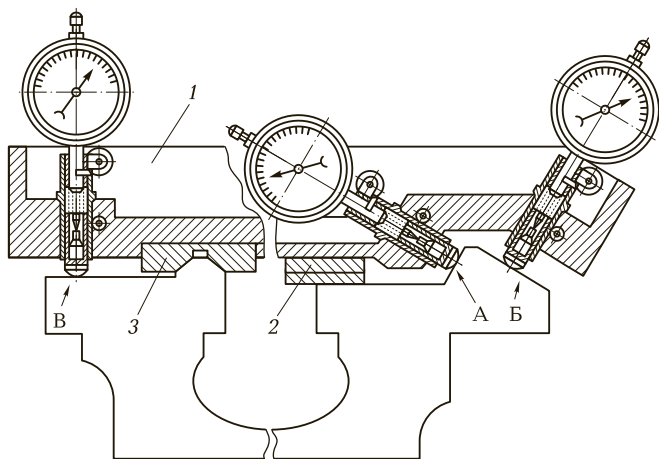


Рис. 7.5. Схема контроля параллельности направляющих:

1 — каретка; 2, 3 — опорные поверхности; А, Б и В — точки проверки направляющих

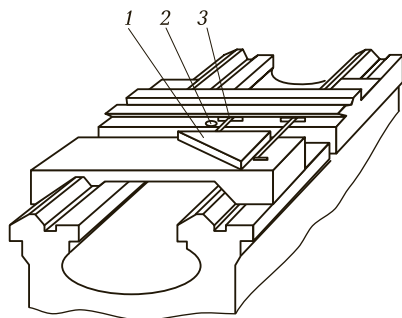


Рис. 7.6. Схема контроля перпендикулярности направляющих:
1 — угольник; 2 — индикатор; 3 — ползушка

и конструкция которых зависят от расположения контролируемых поверхностей.

В тех случаях когда угольник не пригоден для контроля, применяют специальные приспособления. Например, перпендикулярность поверхностей направляющих станины проверяют специальной ползушкой с угольником и индикатором. Ползушку плотно прижимают к проверяемой поверхности, а закрепленный на ней индикатор вводят в контакт с полкой контрольного угольника (рис. 7.6). Угольник 1 помещают на специальную подставку, устанавливая одну из его полок параллельно направляющим станины. При перемещении ползушки 3 измерительный наконечник индикатора 2 будет скользить по полке угольника 1, показывая величину отклонения направляющих от перпендикулярности.

Комплексные методы контроля применяют для одновременной проверки прямолинейности, параллельности и спиральной изогнутости поверхностей направляющих, используя универсальное приспособление — мостики.

Универсальный мостик (рис. 7.7) состоит из основания 1 Т-образной формы с четырьмя опорами 5 и дополнительной опорой 3. Две из четырех опор 5 можно перемещать в вертикальном направлении по направляющим колонкам 7, закрепляя их в нужном положении гайкой 6. Две другие опоры 5 перемещаются в горизонтальном направлении вдоль направляющих по пазам и фиксируются в заданном положении гайками 4. В зависимости от расстояния между направляющими опоры 5 могут раздвигаться. Опора 3 может перемещаться в двух направлениях: горизонтальном и вертикальном.

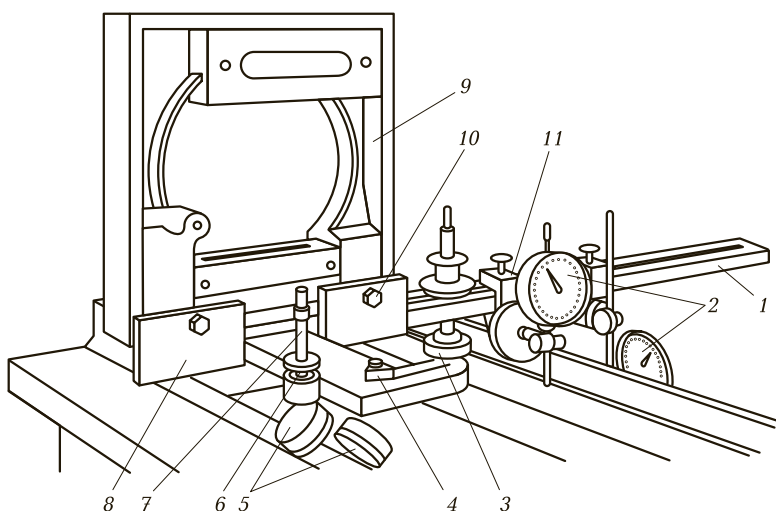


Рис. 7.7. Универсальный мостик для комплексного контроля направляющих:

1 — основание; 2 — индикаторы; 3 — дополнительная опора; 4, 6 — гайки; 5 — основные опоры; 7 — направляющая колонка; 8 — колодка; 9 — рамный уровень; 10 — винт; 11 — устройство для установки индикатора

На колодке 8, закрепленной на основании, устанавливают рамный уровень 9 и закрепляют его винтами 10. В специальных устройствах 11 устанавливают индикаторы 2, положение которых регулируется.

После контроля параметров направляющих приступают к выполнению пригоночных работ.

Пригонка направляющих и сопряженных с ними частей. Пригонка — операция весьма трудоемкая. Поэтому для облегчения этой операции и упрощения регулирования зазоров между сопрягаемыми поверхностями направляющих применяют различные регулировочные устройства — компенсаторы, изготавливаемые в виде планок прямоугольного или косоугольного сечения и клиньев с уклоном от 1:100 до 1:40. В процессе регулирования планки и клинья перемещают в продольном направлении и закрепляют в установленном (для обеспечения заданного зазора) месте с помощью винтов. Регулировочные планки и клинья устанавливают, как правило, с незагруженной стороны направляющих. Необходимо, чтобы после регулирования узлы, сопрягаемые с направляющими, перемещались свободно, но в то же время должна быть полностью

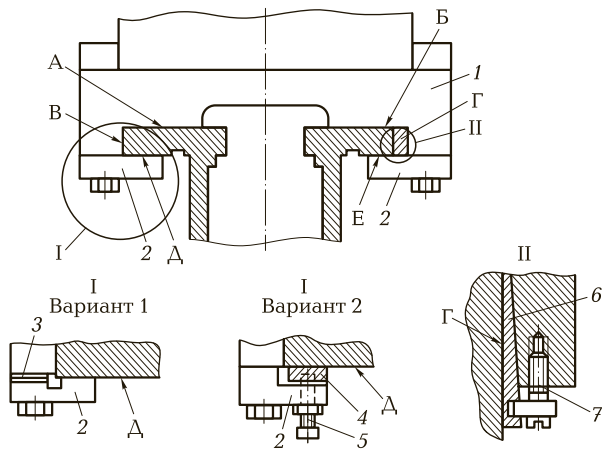


Рис. 7.8. Узел с плоскими направляющими:

1 — ползун; 2 — планка; 3, 4 — соответственно нерегулируемая и регулируемая прокладка; 5, 7 — винты; 6 — клин; I — регулирование зазора плоскими прокладками; II — регулирование зазора клином; А—Е — поверхности

исключена возможность опрокидывания узла или его отрыва от направляющих. Эти условия обеспечиваются при использовании компенсаторов.

Сборка узлов с плоскими направляющими. Прежде чем приступить к сборке узлов с плоскими направляющими (рис. 7.8), проверяют их соответствие техническим условиям на сборку. После проверки на направляющие устанавливают ползун 1 таким образом, чтобы он мог свободно перемещаться по ним, опираясь на поверхности А и Б, которые направляют ползун в горизонтальной плоскости. В вертикальной плоскости ползун направляется поверхностями В и Г. В целях предупреждения опрокидывания ползуна в конструкции предусмотрены планки 2, которые опираются на поверхности Д и Е. Для того чтобы обеспечить свободное перемещение ползуна в сопряжениях по поверхностям В, Г, Д и Е, необходимо создать зазоры. Эти зазоры не должны быть большими, так как это может привести к опрокидыванию ползуна при его движении по направляющим (размер зазоров указывается в сборочных чертежах или в технических условиях на сборку). Заданную точность зазоров можно выдержать только в том случае, если отклонение от параллельности поверхностей А и Д или Б и Е составляет не более 0,02 мм на 1 000 мм длины направляющих.

Заданный зазор может быть получен за счет установки прокладок 3 (узел I, вариант 1). Удобнее при сборке этого узла использовать регулируемую прокладку 4 (вариант 2). Прокладку прижимают до отказа при помощи винта 5, после чего винт отпускают в зависимости от шага резьбы и требуемой величины зазора на $1/4$ — $1/2$ оборота и стопорят контргайкой.

Регулирование зазора по плоскостям В и Г соединения осуществляется при помощи клина (узел II). Зазор регулируют при помощи винта 7.

При сборке узла с направляющими необходимо вначале пришабрить поверхности направляющих, обеспечивая параллельность нижних (Д и Е) поверхностей верхним (А и Б), а затем пришабрить боковые поверхности В и Г, обеспечивая их перпендикулярность верхним (А и Б) и нижним (Д и Е) поверхностям направляющих. После обработки поверхностей направляющих на них устанавливают ползун 1, закрепляя на нем планки 2, разместив предварительно между направляющими и планками прокладки и клинья. После сборки проверяют плавность перемещения ползуна относительно направляющих.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каков основной недостаток направляющих скольжения?
2. Почему направляющие качения обеспечивают большую точность перемещения по сравнению с направляющими скольжения?
3. Почему гидростатические направляющие имеют ограниченное применение?
4. В чем состоит основная задача слесаря-сборщика при сборке узлов с поступательно движущимися частями?
5. Объясните сущность шабрения направляющих по маякам.
6. Как определить числовое значение отклонения направляющих от плоскостности?
7. Какими методами пользуются при проверке отклонения поверхностей направляющих от прямолинейности?
8. Почему шабрение находит широкое применение при отделке направляющих?

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ И ИХ СБОРКА

8.1. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ И ИХ СБОРКА

Устройство и назначение гидравлического привода. Гидравлический привод представляет собой совокупность источника энергии, в качестве которого используется гидравлический насос, и гидравлического двигателя — устройства для преобразования энергии движущейся жидкости в механическую энергию, обеспечивающую перемещение рабочего органа механизма. Жидкость в системе циркулирует по трубопроводам, соединяющим отдельные элементы гидравлического привода.

Входящие в систему гидравлического привода элементы должны обеспечивать заданное давление в системе, контролировать количество жидкости, распределять жидкость внутри системы в соответствии с заданным технологическим циклом. В системе должно быть предусмотрено специальное устройство для хранения и отстаивания гидравлической жидкости в целях осаждения попавших в гидравлическую систему твердых частиц, а также фильтрации — очистки жидкости от твердых включений, которые не удастся удалить осаждением. Для обеспечения герметизации и предупреждения утечки масла все элементы гидравлического привода в процессе сборки должны уплотняться.

Рабочей жидкостью для системы гидравлического привода служат минеральные масла, из которых наиболее часто применяют индустриальные — И-12; -20 и -30.

По конструктивному исполнению различают гидравлические приводы с открытым и закрытым потоком циркулирующего масла (открытого и закрытого типа). В гидравлической системе открытого типа масло, выполнив необходимую работу, поступает в резервуар, откуда вновь нагнетается насосом в гидравлическую систему, повторяя цикл работы, и вновь сливается в резервуар и т.д. Такая конструкция значительно проще, чем конструкция закрыто-

го типа, которая в связи со сложностью в данном учебнике не рассматривается.

Для монтажа гидравлическую систему изображают в виде гидравлических схем, на которых условными графическими изображениями показаны ее элементы. В конструкторской документации

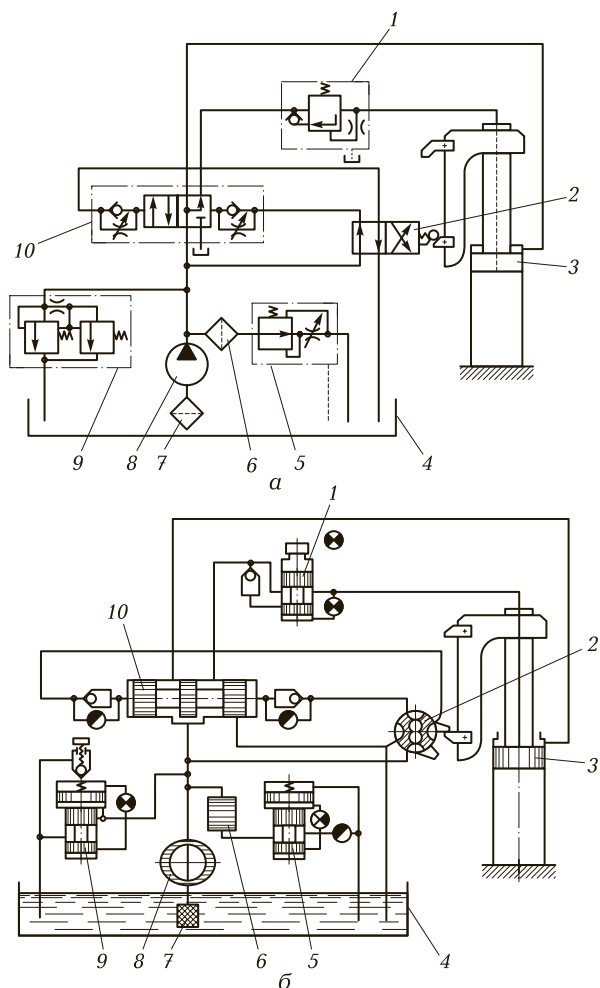


Рис. 8.1. Функциональная [а] и принципиальная [б] гидравлические схемы:

1, 10 — соответственно напорный и реверсивный золотник; 2 — кран управления; 3 — гидравлический (силовой) цилиндр; 4 — бак; 5 — дроссель; 6, 7 — фильтры; 8 — насос; 9 — предохранительный клапан

встречаются два вида гидравлических схем: принципиальная и функциональная. Условные графические изображения элементов гидравлического привода на этих схемах различны. Функциональная гидравлическая схема (рис. 8.1, а) показывает функциональное назначение элементов гидравлической системы, не расшифровывая их устройства. Принципиальная гидравлическая схема (рис. 8.1, б) характеризуется более подробным обозначением устройства элементов гидравлической системы (помимо условных обозначений на принципиальной схеме часто указывают технические данные элементов гидравлической системы).

Функциональная и принципиальная гидравлические схемы, изображенные на рис. 8.1, относятся к гидравлическому приводу, обеспечивающему возвратно-поступательное движение рабочего органа. Работа такого гидравлического привода осуществляется по следующей схеме. Масло из бака 4 через сетчатый фильтр 7 нагнетается в гидравлическую систему насосом 8. Для обеспечения заданного давления и предохранения от перегрузок на нагнетательной магистрали насоса 8 устанавливают предохранительный клапан 9, который открывается и обеспечивает слив масла в бак 4 в тех случаях, когда давление подаваемого насосом 8 масла превысит допустимое. Клапан 9 остается открытым до тех пор, пока давление масла в нагнетательной магистрали гидравлической системы не будет соответствовать заданному. Очистка масла, поступающего от насоса 8 к исполнительному механизму — силовому цилиндру 3, осуществляется пластинчатым фильтром 6. Количество масла, подаваемого к силовому цилиндру 3, регулируется дросселем 5 (при полностью открытом дросселе поршень силового цилиндра неподвижен, а масло сливается в гидравлический бак; при полностью закрытом дросселе весь поток масла направляется к силовому цилиндру и скорость перемещения его поршня при этом максимальна).

Второй поток масла от насоса 8 направляется к силовому цилиндру 3, проходя при этом через двухпозиционный золотник 10. Направление потока жидкости в верхнюю или в нижнюю полость силового цилиндра обеспечивается переключением двухпозиционного крана 2.

Напорный золотник 1 обеспечивает предупреждение самопроизвольного опускания поршня силового цилиндра. Напорный золотник срабатывает в тех случаях, когда давление масла в нижней полости цилиндра превысит давление, на которое золотник отрегулирован. Масло в этом случае будет поступать из нижней полости силового цилиндра в гидравлический бак.

Гидравлические приводы могут быть использованы не только для осуществления возвратно-поступательного, но и вращательного движения. Схемы их практически одинаковы. Различие состоит лишь в том, что в гидравлическом приводе вращательного движения место силового цилиндра занимает гидравлический мотор.

Элементы гидравлического привода и их сборка. К основным элементам гидравлического привода относятся резервуары, фильтры, насосы, гидравлические (силовые) цилиндры, гидравлические моторы, регулирующая и распределительная аппаратура.

Резервуары — емкости в полостях корпусных деталей оборудования или специальные гидравлические баки для сбора и хранения гидравлической жидкости. Использование в качестве резервуаров для гидравлической жидкости полостей в корпусных деталях дает возможность компактно разместить гидравлическое оборудование и облегчает сбор гидравлической жидкости, появляющейся в результате утечки. Обычно объем резервуара должен обеспечить размещение гидравлической жидкости, подаваемой насосом в течение 3 мин. Следует иметь в виду, что чем больше объем резервуара, тем лучше осуществляется отстой жидкости и ее охлаждение.

Баки для гидравлической жидкости имеют, как правило, сварную конструкцию (рис. 8.2, а) и изготавливаются из листовой стали. В корпусе 1 бака выполняют перегородки, которые увеличивают длину хода жидкости при ее перемещении от сливного патрубка 4 к всасывающему патрубку 2, что обеспечивает улучшение отложения твердых включений, попадающих в гидравлическую

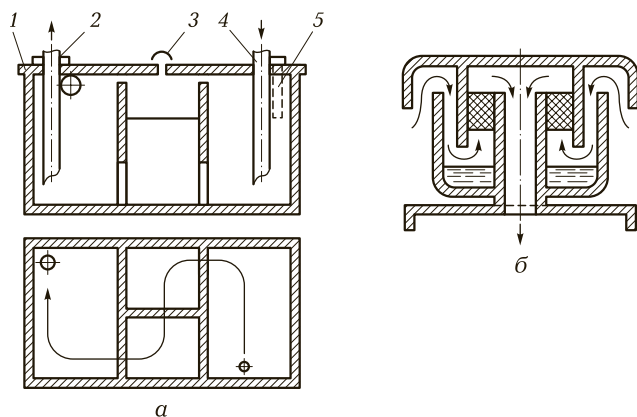


Рис. 8.2. Конструкция гидравлического бака (а) и сапуна (б):

1 — корпус; 2, 4 — соответственно всасывающий и сливной патрубок; 3 — клапан; 5 — отверстие для контроля уровня гидравлической жидкости

жидкость в результате изнашивания элементов гидравлического привода. Для обеспечения нормального давления внутри гидравлического бака в крышку его корпуса устанавливают клапан 3, который открывается в тех случаях, когда давление внутри бака станет ниже атмосферного. Для обеспечения нормальной работы гидравлической системы следует сливной и нагнетательный патрубки устанавливать в корпусе гидравлического бака так, чтобы они не доходили до дна на определенную величину, зависящую от их диаметра. Контроль уровня гидравлической жидкости в баке осуществляется через специальное отверстие 5, закрываемое пробкой.

Если по условиям эксплуатации гидравлического привода необходима более тщательная очистка масла, то на сливной патрубков устанавливают специальное устройство — сапун (рис. 8.2, б), которое обеспечивает отстой и фильтрацию гидравлической жидкости перед ее поступлением в бак.

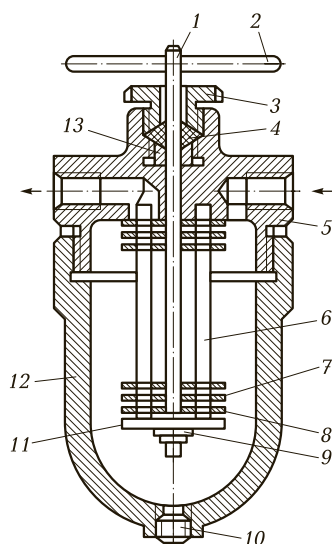
Фильтры — фильтрующие элементы, которые обеспечивают очистку гидравлической жидкости. Установка фильтров может производиться как в нагнетательной, так и в сливной магистрали. В ряде случаев в системе гидравлического привода возможна установка нескольких фильтров как последовательно, так и параллельно. В первом случае поток гидравлической жидкости проходит последовательно через все установленные фильтры, а во втором — через каждый фильтр проходит только часть гидравлической жидкости, циркулирующей в системе.

Для очистки масла в гидравлической системе применяют фильтры различной конструкции: щелевые, пластинчатые и сетчатые. Поскольку засорение фильтров приводит к повышению давления в гидравлической системе, необходимо одновременно с ними устанавливать специальные предохранительные клапаны, обеспечивающие слив масла в бак, минуя фильтр.

Наиболее надежную очистку гидравлической жидкости обеспечивают пластинчатые фильтры (рис. 8.3). Сборку фильтра начинают с установки в крышку 5 опорной шайбы 13, в отверстие которой вводят ось 1 блока фильтрующих элементов (дисков) 7 и 8. Затем в отверстие крышки 5 и на ось 1 блока фильтрующих элементов устанавливают уплотняющее кольцо 4, закрепляя его нажимной гайкой 3. После этого приступают к сборке блока фильтрующих элементов: в крышке устанавливают стяжки 6, на стяжки и ось 1 надевают фильтрующие элементы 7 и 8 и нажимной диск 11, закрепляя собранный комплект гайкой 9. Далее в отверстие оси 1 устанавливают рукоятку 2 и, вращая рукоятку, затягивают блок фильтрующих элементов.

Рис. 8.3. Пластинчатый фильтр:

1 — ось; 2 — рукоятка; 3 — нажимная гайка; 4 — уплотняющее кольцо; 5 — крышка; 6 — направляющие стяжки; 7, 8 — фильтрующие элементы; 9 — гайка; 10 — сливная пробка; 11 — нажимной диск; 12 — корпус; 13 — опорная шайба (пята)



Заканчивают сборку, ввертывая крышку в резьбовое отверстие корпуса фильтра (перед ввертыванием крышки следует пропитать маслом собранный пакет фильтрующих пластин), предварительно установив прокладку, и закрывают сливное отверстие корпуса 12 пробкой 10. Собранный фильтр проверяют на герметичность.

Насосы — главный элемент гидравлической системы. В гидравлической системе насосы создают необходимое давление. Работа насоса характеризуется подачей, напором, потребляемой мощностью и высотой всасывания.

Подача — объемное количество жидкости, подаваемое насосом в единицу времени ($\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{с}$, л/с).

Напор — максимальная высота, на которую может подняться жидкость над поверхностью отсчета под действием статического давления, разности высот и др.

Потребляемая мощность всегда больше полезной, так как часть мощности расходуется на работу по перемещению частей насоса.

Коэффициент полезного действия — это отношение полезной мощности к мощности, потребляемой насосом.

Высота всасывания для насосов гидравлических систем обычно составляет 5...6 м.

К сборке насосов независимо от их конструкции предъявляют единые требования:

- детали, поступающие на сборку, должны быть промыты в бензине или в керосине и обдуть сжатым воздухом;

- сборка осуществляется подбором по фактическим размерам деталей, что позволяет максимально сократить пригоночные работы;
- фактические размеры деталей должны быть указаны в паспортах обмера, что позволяет производить сборку с заданными параметрами.

Сборка должна обеспечить оптимальные зазоры, которые гарантируют нормальную работу насосов. Особое внимание в ходе сборки следует обратить на монтаж подшипниковых узлов.

В зависимости от принципа действия насосы подразделяют на объемные (поршневые, шестеренные, лопастные, винтовые) и центробежные.

Поршневые насосы (рис. 8.4), применяемые в гидравлических системах, отличаются друг от друга числом поршней, а следовательно, подачей и развиваемым давлением.

Горизонтальный поршневой трехплунжерный насос состоит из части низкого давления А, переключающего золотника Б, части высокого давления В и клапанной коробки Г.

Часть низкого давления образована двумя зубчатыми колесами 7, одно из которых установлено на оси 8, соединенной с коленчатым валом 9 поршневой группы. Эта часть, поставляющая большое количество масла, обеспечивает холостой ход поршня.

Часть высокого давления состоит из трех поршней и служит для создания давления в гидравлической системе. Поршни 1 уплотнены чугунными пробками 2 в корпусе 3 насоса. Чугунные крейцкопфы 4 с помощью стальных пальцев 6 соединяют с шатунами 5. Примыкающая к корпусу клапанная коробка обеспечивает подачу масла к выходу из насоса в заданной последовательности.

При сборке поршневого насоса особое внимание следует обратить на пригонку сопрягаемых деталей. Особенно высокие требования предъявляют к притирке поршней к цилиндрам. Поршни должны входить в цилиндр легко (без качки) и плотно, т. е. таким образом, чтобы они не могли опускаться в цилиндре под действием силы тяжести. Овальность и конусность поршней не должна превышать 0,0005 мм, а цилиндров — 0,01 мм. Поршни и цилиндры насосов не взаимозаменяемы, поэтому при сборке их клеймят, чтобы в дальнейшем не перепутать. Всасывающие и нагнетательные клапаны насоса должны быть качественно притерты к своим гнездам. Таким образом, основой работ, выполняемых слесарем-сборщиком при сборке поршневой части насоса, являются пригоночные работы.

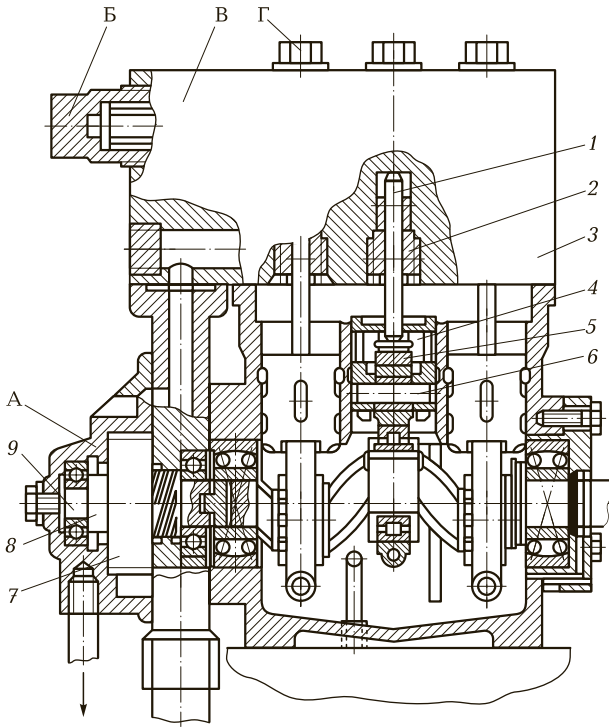


Рис. 8.4. Горизонтальный поршневой трехплунжерный насос:

1 — поршень; 2 — пробка; 3 — корпус насоса; 4 — крейцкопф; 5 — шатун; 6 — палец; 7 — зубчатое колесо; 8 — ось; 9 — коленчатый вал; А — часть низкого давления; Б — переключающий золотник; В — часть высокого давления; Г — клапанная коробка

Шестеренные насосы (рис. 8.5) могут быть низкого и высокого давления. Шестеренные насосы низкого давления применяют в смазочных системах и системах охлаждения, а высокого — в гидравлических приводах. Давление, создаваемое насосами этого типа, может достигать 120 МПа.

Конструкция шестеренных насосов достаточно проста. Насосы состоят из одной или из двух пар зубчатых колес 3 и 12, которые устанавливают на валах 6 и 9. При вращении зубчатых колес масло из всасывающей полости, попадая между зубьями колес и стенками корпуса, поступает в нагнетательную полость. Находящиеся в зацеплении зубья препятствуют возвращению масла в полость всасывания. В сопряжениях деталей насоса зазоры должны быть минимальными во избежание утечки масла. Особенно важно вы-

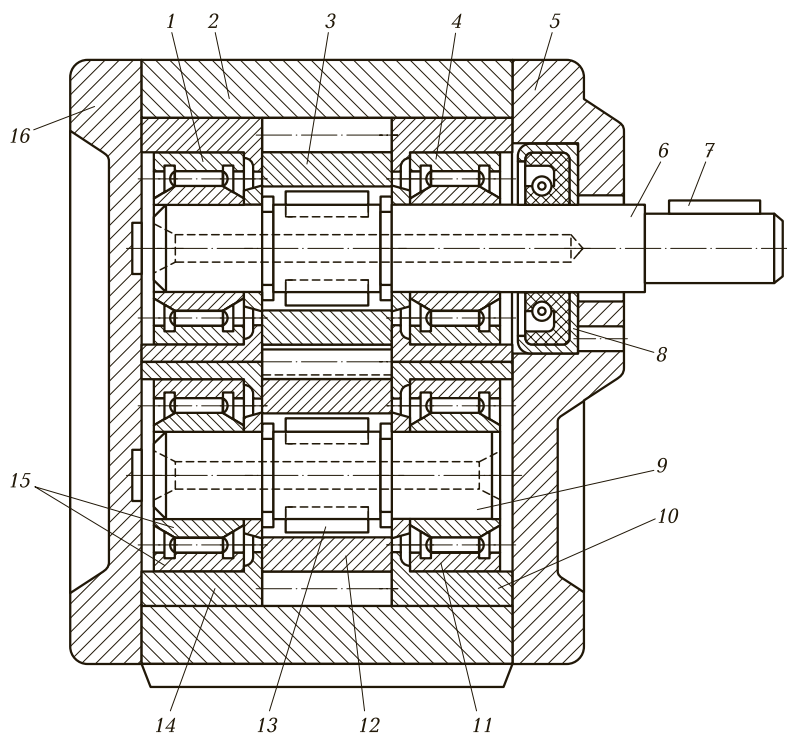


Рис. 8.5. Шестеренный насос:

1, 4, 11, 15 – игольчатые подшипники; 2 – корпус; 3, 12 – зубчатые колеса; 5, 16 – крышки; 6, 9 – валы; 7, 13 – шпонки; 8 – манжета; 10, 14 – вкладыши

держат в заданных техническими условиями пределах зазоры между корпусом и зубьями зубчатых колес.

Сборка шестеренного насоса начинается с контроля соответствия геометрических размеров и формы посадочных мест во вкладышах 10 и 14, а также наружных колец подшипников 1, 4, 11 и 15 требованиям чертежа, после чего производится запрессовка колец во вкладыши. Затем приступают к контролю соответствия геометрических размеров и формы посадочных мест на валах 6 и 9, а также отверстий зубчатых колес 3 и 12 требованиям чертежа. После проверки геометрических размеров и формы на валы устанавливают шпонки и зубчатые колеса, после чего на валы напрессовывают внутренние кольца игольчатых подшипников, проверив предварительно геометрические размеры и форму посадочных мест требованиям чертежа. Далее осуществляют сборку подшип-

никовых узлов с игольчатыми подшипниками и собранный узел устанавливают в корпус 2. В заключение корпус 2 закрывают крышками 5 и 16, предварительно установив между корпусом и крышками прокладки, а в крышку 5 — уплотнительную манжету 8. Крышки закрепляют на корпусе винтами и проверяют плавность вращения зубчатых колес. Подачу и КПД насоса проверяют на специальном стенде (процесс испытания насосов будет описан далее).

Лопастные насосы (рис. 8.6) предназначены для создания давления 3...7 МПа. Лопастный насос, служащий для нагнетания масла в гидравлическую систему станка, представляет собой чугунный корпус 9 с крышкой 6. В корпусе установлен стальной закаленный втулка-статор 7, имеющий профилированную поверхность, по которой могут скользить лопасти 13. Ротор 3 установлен на шлицевом валу 11, свободно вращающемся в шариковых подшипниках. К торцам втулки-статора 7 и ротора 3 прижаты распределительные диски 5 и 8, в которых имеются всасывающие 12 и нагнетательные 14 окна (по два окна в каждом диске). При вращении ротора 3 лопасти 13 за счет центробежных сил прижимаются к поверхности втулки-статора 7. За один оборот ротора осуществляется два цикла всасывания, поэтому лопастные насосы называют насосами двойного действия. Во избежание утечки масла между корпусом 9 и крышкой 6 устанавливают уплотнительное кольцо 2. Вал 11

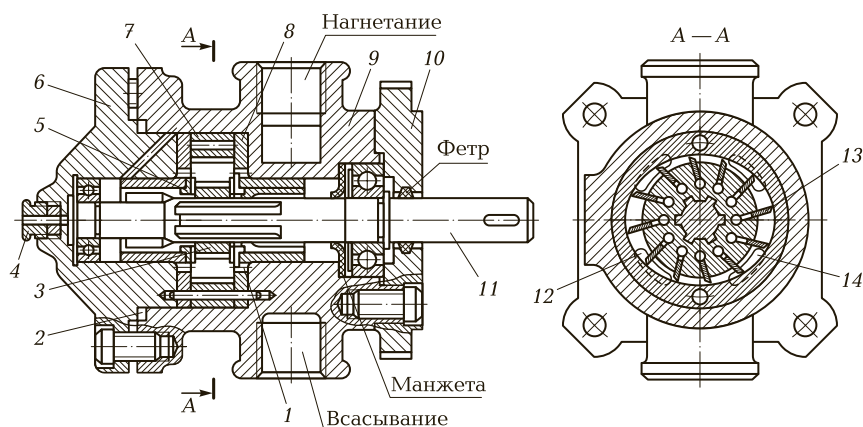


Рис. 8.6. Лопастный насос:

1 — отверстие для подачи масла; 2 — уплотнительное кольцо; 3 — ротор; 4 — штуцер; 5, 8 — распределительные диски с втулкой; 6, 10 — крышки; 7 — втулка-статор; 9 — корпус; 11 — вал; 12, 14 — соответственно всасывающее и нагнетательное окно; 13 — лопасти

насоса уплотняют манжетами из маслостойкой резины или фетровыми уплотнениями.

Сборка лопастных насосов отличается высокой сложностью. Начинают сборку с контроля соответствия геометрических размеров и формы посадочных мест в корпусе 9 распределительного диска 8 и втулки-статора 7 требованиям чертежа и устанавливают их в отверстия корпуса. После установки статора в корпус переходят к сборке ротора. В начале проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест требованиям чертежа и устанавливают на валу ротора шпонку и правый подшипник. Собранный таким образом вал ротора устанавливают в корпус и надевают на него ротор 3, вводя его одновременно в отверстие распределительного диска 8. Затем в пазах ротора устанавливают лопасти 13, предварительно пригнав их по размерам паза. После сборки ротора в корпусе устанавливают второй распределительный диск 5 с втулкой и напрессовывают на вал ротора левый подшипник. Заканчивают сборку установкой крышек с прокладками и их закреплением винтами. В левую крышку ввертывают штуцер, а на валу ротора устанавливают шпонку. Качество сборки проверяют, проворачивая вал ротора от руки. Вал должен вращаться легко и плавно.

Винтовые насосы (рис. 8.7) часто применяют вместо шестеренных, благодаря тому, что они имеют ряд достоинств: небольшие габаритные размеры и масса; способность нагнетать жидкости, диапазон вязкости которых достаточно широк; большая частота вращения, что позволяет соединять насос напрямую с высокоско-

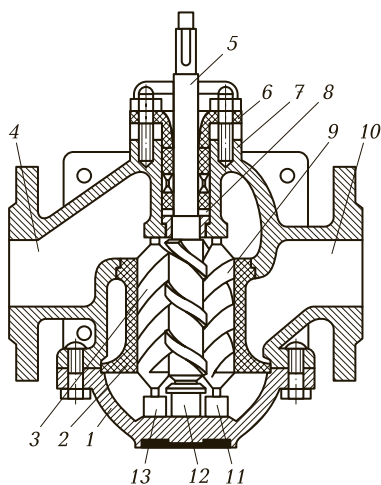


Рис. 8.7. Винтовой насос:

1 — крышка; 2 — обойма ротора; 3, 9 — ведомые роторы; 4, 10 — соответственно камера всасывания и нагнетания; 5 — ведущий ротор; 6, 8 — нажимная и опорная втулка; 7 — корпус; 11, 13 — разгрузочные поршни ведомых роторов; 12 — разгрузочный поршень ведущего ротора

ростными двигателями; простота конструкции, не требующая высокой квалификации при сборке.

Роль рабочего органа в этих насосах выполняет ротор 5 с витками, образующими винтовую линию (роторов может быть несколько). Насос, изображенный на рис. 8.7, имеет три ротора, причем один из них (5) является ведущим, а два других (3 и 9) — ведомыми. Винтовые роторы — двухзаходные, с циклоидным профилем. По торцевым поверхностям ротора расположены камеры всасывания 4 и нагнетания 10. Цилиндрическая часть каждого ротора плотно охватывается корпусом 7 насоса.

Рабочая жидкость, находящаяся во всасывающей камере насоса, поступает в винтовую впадину ротора, которая при вращении перекрывается витками двух других роторов, проталкивая жидкость в напорную камеру. В напорной камере впадина размыкается и жидкость проталкивается в напорную магистраль гидравлической системы.

Винтовой насос надежно работает в том случае, если полностью устранена возможность перетекания гидравлической жидкости из нагнетательной камеры во всасывающую. Это условие обеспечивается герметичным уплотнением винтовых впадин при зацеплении витков роторов и пригонкой витков по их наружной поверхности к обойме 2 роторов.

Сборку винтового насоса начинают с монтажа опоры ротора 5, для чего в отверстие корпуса последовательно устанавливают опорную втулку 8, сальниковое уплотнение и нажимную гайку 6, закрепляя ее винтами предварительно. После монтажа опоры ротора 5 в корпус устанавливают обойму 2 роторов и ведомые роторы 3 и 9. Заканчивают сборку, закрепляя на корпусе 7 крышку 1, предварительно установив на ней разгрузочные поршни 11, 12 и 13. После сборки насоса регулируют плавность хода роторов, подтягивая винты крепления нажимной втулки 6.

Силовые гидравлические цилиндры обеспечивают преобразование энергии потока жидкости в механическую энергию возвратно-поступательного движения выходного звена механизма и связанных с ним исполнительных органов оборудования. Различают гидравлические цилиндры поршневые и плунжерные с одним или с двумя штоками. Поршневые гидравлические цилиндры изготавливают в двух исполнениях: с неподвижным поршнем и перемещающимся цилиндром и с неподвижным цилиндром и перемещающимся поршнем.

Простые гидравлические цилиндры имеют два штока, вследствие чего обеспечивают одинаковую скорость прямого и обратного хода.

В дифференциальных гидравлических цилиндрах, имеющих только один шток, скорости перемещения поршней при прямом и обратном ходе неодинаковы, так как в разных полостях цилиндра площади торцевых поверхностей поршня различны.

Дифференциальный силовой гидравлический цилиндр (рис. 8.8) состоит из гильзы 10, внутри которой перемещается уплотненный резиновыми кольцами поршень 6, укрепленный на штоке 5 при помощи гайки 9. Гильза 10 с двух сторон закрывается крышками 3 и 8, соединенными шпильками 13 с фланцами 4 и 7, установленными на шпонках 11. Одна из крышек имеет отверстие для штока, в которое запрессована втулка 14. Герметичность соединения гильзы с крышками обеспечивается уплотнительными кольцами 12. Крышка 3 дополнительно герметизируется по отверстию для штока с помощью сальникового уплотнения 1. В обеих крышках имеются штуцеры 2 для подвода и отвода гидравлической жидкости.

Силовой гидравлический цилиндр состоит из двух сборочных единиц: корпуса и поршня в сборе. Предварительно собирают поршень и корпус, а затем осуществляют общую сборку силового гидравлического цилиндра.

Сборку поршня (рис. 8.9) начинают с контроля соответствия геометрических размеров и формы посадочных мест поршня 1 и штока 2 требованиям чертежа, после чего на штоке возле буртика устанавливают медное кольцо 3, исключая прилипание поршня к штоку, и напрессовывают поршень на цилиндрическую шейку штока (рис. 8.9, а).

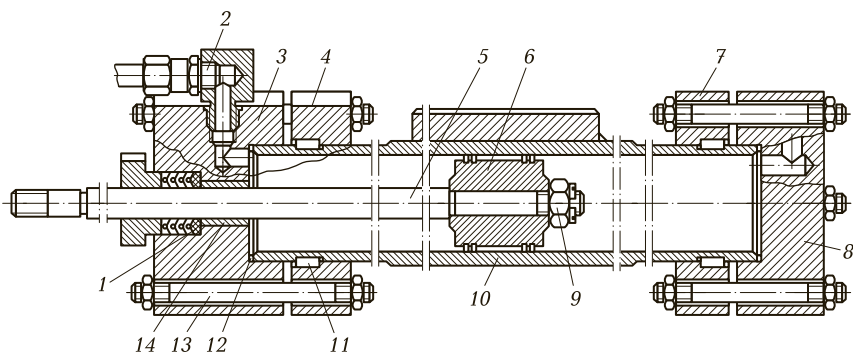


Рис. 8.8. Дифференциальный силовой гидравлический цилиндр:

1 — сальниковое уплотнение; 2 — штуцер; 3, 8 — крышки; 4, 7 — фланцы; 5 — шток; 6 — поршень; 9 — гайка; 10 — гильза; 11 — шпонка; 12 — уплотнительное кольцо; 13 — шпилька; 14 — втулка

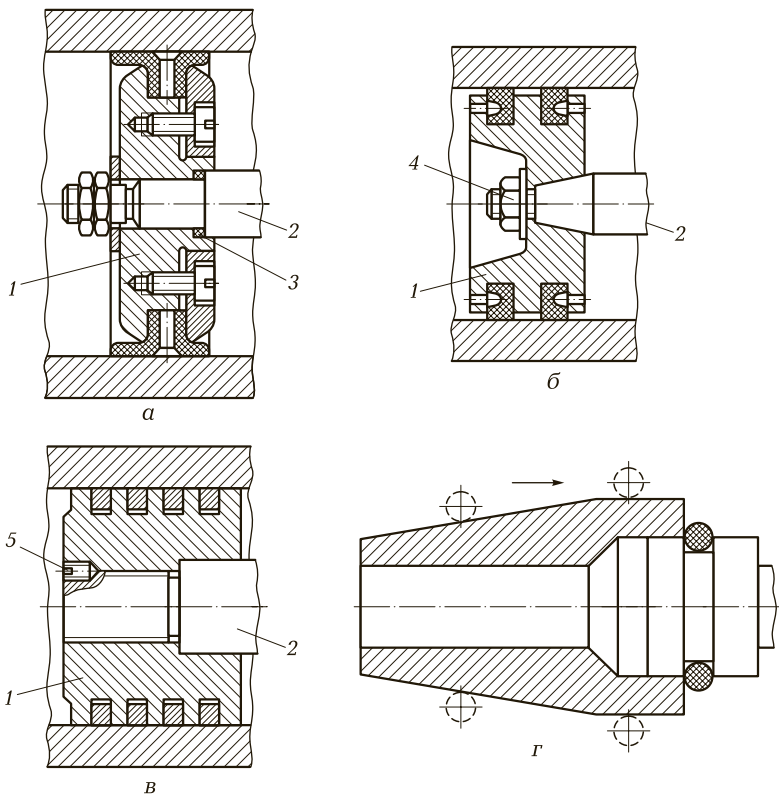


Рис. 8.9. Способы установки поршней:

а — на цилиндрической шейке; *б* — на конической шейке; *в* — на резьбовом конце; *г* — приспособление для установки поршневых колец; 1 — поршень; 2 — шток; 3 — медное кольцо; 4 — гайка; 5 — стопорный винт

При установке поршня 1 на коническую шейку штока 2 (рис. 8.9, б) необходимо притереть поверхности контакта так, чтобы площадь контакта составляла не менее 75 % поверхности конуса. Поршень на штоке можно установить и навинчиванием (рис. 8.9, в) свободно, но без качки. В этом случае после навинчивания поршня 1 на штоке 2 следует просверлить отверстие под стопорный винт 5 и нарезать в нем резьбу.

После установки поршня на штоке его проверяют на радиальное биение, которое не должно превышать 0,02 мм на 100 мм диаметра поршня. После сборки поршня со штоком на нем устанавливают уплотняющие манжеты, используя специальное приспособление (рис. 8.9, г).

Сборку силового цилиндра начинают с контроля соответствия геометрических размеров и формы посадочных мест гильзы цилиндра и фланцев требованиям чертежа. После этого на корпусе цилиндра устанавливают шпонки 11 и фланцы 4 и 7, фиксируя их положение по шпонкам. Заключительным этапом сборки силового цилиндра является установка поршня в сборе в полость корпуса цилиндра (см. рис. 8.8). После чего правую крышку 8, предварительно ввернув штуцер и надев прокладку, устанавливают на корпус силового цилиндра и закрепляют ее на фланце, установив шпильки 13. После сборки правой крышки проверяют на соответствие требованиям чертежа посадочные размеры и форму втулки 14 и запрессовывают ее в отверстие левой крышки. После запрессовки отверстие втулки развертывают, обеспечивая восстановление геометрических размеров и формы, а затем в левую крышку ввертывают штуцер 2. Далее переходят к установке левой крышки на корпус силового цилиндра, разместив между ними уплотняющую прокладку. Левую крышку устанавливают так, чтобы крепежные отверстия в ней совпали с отверстиями во фланце 4 и закрепляют крышку на фланце шпильками 13. На заключительном этапе в отверстие левой крышки устанавливают сальниковое уплотнение 1, которое затягивают нажимной гайкой.

Собранный гидравлический (силовой) цилиндр проверяют на герметичность, прокачивая через него подогретое до 50 °С масло. При качественной сборке не должно наблюдаться утечки масла в уплотнении кольцами 12 и сальниковом уплотнении 1.

В качестве уплотнений между штоком и крышкой цилиндра можно использовать сальниковые уплотнения либо резиновые и хлорвиниловые кольца или манжеты. Манжеты применяют в уплотнениях, выдерживающих большие давления, причем, чем больше давление, тем больше надежность уплотнения.

Гидравлические моторы представляют собой комбинацию двух насосов, один из которых является собственно насосом, а второй выполняет роль гидравлического двигателя. Гидравлические моторы служат для создания вращательного движения.

Комплектующие узлы и детали для гидравлического мотора должны быть расконсервированы перед сборкой, тщательно промыты и смазаны рабочей жидкостью, используемой в собираемой гидравлической системе.

При сборке аксиально-поршневых гидравлических моторов необходимо обеспечить поворот шатуна в поршне под действием собственной массы, поворот поршневого узла с шатуном, поворот центрального шипа в валу под действием собственной массы.

Сборку аксиально-поршневого насоса (рис. 8.10) начинают с проверки соответствия геометрических размеров и формы посадочных мест вала 1, подшипников 2 и 4 и дистанционного кольца 3 требованиям чертежа. После выполнения контрольных операций на вал 1 напрессовывают два радиально-упорных подшипника 4, устанавливают дистанционное кольцо 3 и напрессовывают радиальный подшипник 2 до упора в дистанционное кольцо 3. Затем на вал 1 устанавливают стопорное кольцо 12, предохранительную втулку 14 и крышку 13 с манжетным уплотнением. Далее в сферическое гнездо вала 1 устанавливают поршни и шип 7 и накладывают прижимную пластину 11, закрепляя ее винтами 5 с предварительно установленными стопорными шайбами 6. Затем на поршни устанавливают шатуны 10, а в шип 7 вворачивают винт и устанавливают в его кольцевую проточку стопорное кольцо, втулку с пружиной и нажимную втулку. После чего на шип 7 устанавливают блок цилиндров 9 так, чтобы шатуны 10 вошли в цилиндры. В заключении на центральный шип 7 устанавливают распределитель 8 так, чтобы его отверстия располагались в соответствии с расположением цилиндров блока 9.

Собранный узел устанавливают в корпус гидравлического мотора.

Регулирующая аппаратура. Регулирующие устройства отличаются большим разнообразием конструктивных решений, но наиболее распространенными из них являются различные клапаны, золотники и дроссели. Эти устройства обеспечивают регулирова-

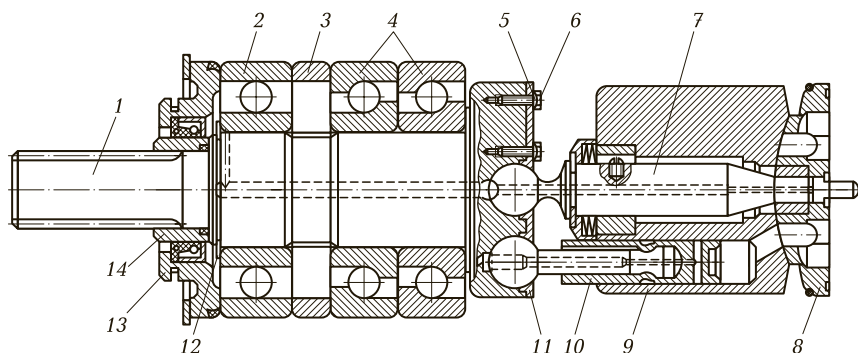


Рис. 8.10. Качающаяся часть аксиально-поршневого гидравлического насоса:

1 — вал; 2, 4 — подшипники; 3 — дистанционное кольцо; 5 — винт; 6 — шайба; 7 — шип; 8 — распределитель; 9 — блок цилиндров; 10 — шатун; 11 — прижимная пластина; 12 — стопорное кольцо; 13 — крышка; 14 — предохранительная втулка

ние скорости перемещения поршня в гидравлическом силовом цилиндре и усилия на исполнительном механизме за счет изменения количества жидкости, протекающей через силовой цилиндр за единицу времени, и ее давления в полостях цилиндра.

Конструктивно клапаны и золотники выполнены почти одинаково, но их функциональное назначение в системе гидравлического привода различно. Клапаны управляют направлением потока жидкости и его давлением, а золотники распределяют этот поток. Конструкция дросселей обеспечивает регулирование количества жидкости, поступающей в рабочую полость силового цилиндра гидравлического привода, и следовательно, скорости движения поршня.

Предохранительный клапан (рис. 8.11) ограничивает повышение давления в гидравлической системе. Шарик *1* удерживается в седле пружиной, сила натяжения которой регулируется винтом *3* на заданное давление. Если давление в полости *А* превысит заданное, то шарик будет отжат, открывая проход жидкости из полости *А* в полость *Б* и на слив.

Сборку клапана начинают с установки шарика *1*, после чего устанавливают пружину *2* и ввертывают регулировочный винт *3*. Вращая винт *3*, регулируют усилие пружины на величину давления жидкости, заданную в технических условиях на сборку, и проверяют срабатывание клапана при заданном давлении.

Обратный клапан (рис. 8.12) обеспечивает прохождение жидкости в одном направлении. Поток гидравлической жидкости под давлением через отверстие *А* попадает в корпус *4* под клапан *1*, который, преодолевая усилие пружины *2*, приподнимается над седлом, открывая путь гидравлической жидкости к отверстию *Б*. При изменении направления движения жидкости клапан *1* под воздействием пружины *2* прижимается к седлу *3*, перекрывая путь

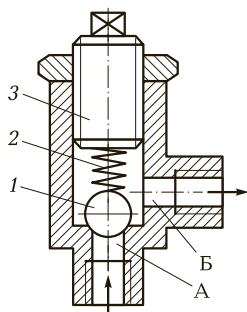
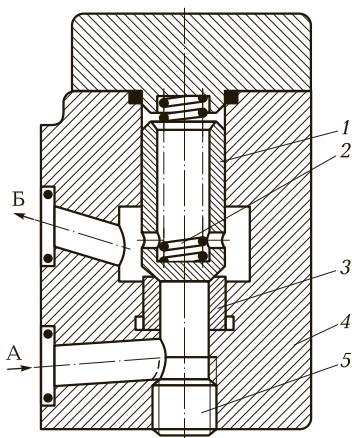


Рис. 8.11. Предохранительный клапан:
1 — шарик; *2* — пружина; *3* — регулировочный винт; *А* — входная полость; *Б* — выходная полость

Рис. 8.12. Обратный клапан:

1 — клапан; 2 — пружина; 3 — седло клапана;
4 — корпус; 5 — сливная пробка; А, Б — от-
верстия



гидравлической жидкости в обратном направлении. Технологическое отверстие в корпусе 4 закрыто пробкой 5.

Сборку обратного клапана начинают с запрессовки в корпус 4 седла 3 с последующей установкой клапана 1. Затем в отверстие клапана 1 помещают пружину 2 и устанавливают крышку с прокладкой, закрепляя ее винтами. В заключение в отверстие корпуса ввинчивают сливную пробку 5, проверяют величину давления срабатывания клапана на соответствие техническим условиям, а сам клапан на герметичность.

Предохранительный клапан с переливным золотником (рис. 8.13) помимо поддержания определенного постоянного давления в системе обеспечивает ее предохранение от перегрузок. Гидравлическая жидкость через канал В подводится к отверстию Б. Шариковый клапан 3 отрегулирован на определенное давление, которое задается пружиной 2. Гидравлически уравновешенный золотник удерживается пружиной 5 в крайнем положении, перекрывая слив масла.

Когда давление в системе превысит максимально допустимое значение, клапан 3 закрывается и гидравлическая жидкость из полости Ж по каналу Д поступает на слив, вызывая тем самым понижение давления в полости Ж. При этом нарушается равновесие сил, действующих на золотник 6, который под действием давления масла в полостях Г и Е поднимается, соединяя полости давления с полостью для слива гидравлической жидкости, что вызывает падение давления в гидравлической системе. Когда давление в системе упадет ниже значения, на которое отрегулирована пружина 2, ша-

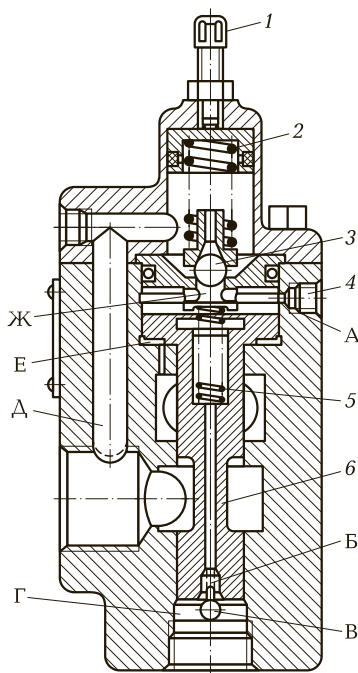


Рис. 8.13. Предохранительный клапан с переливным золотником:

1 — регулирующий винт; 2, 5 — пружины; 3 — клапан; 4 — технологическая пробка; 6 — золотник; А–Ж — полости и отверстия в корпусе

риковый клапан 3 закроется, перекрывая слив гидравлической жидкости. Давление в полостях Г, Е и Ж выравняется, и золотник 6 под действием пружины 5 опускается. Регулирование клапана на заданное давление осуществляется винтом 1.

Сборку клапана начинают с проверки соответствия геометрических размеров и формы посадочных мест корпуса и золотника 6 требованиям чертежа. После контроля в золотник 6 вставляют пружину 5 и устанавливают его в корпус. Затем в корпус ввертывают седло предохранительного клапана, регулируя натяжение пружины 5, установленной в золотник. Далее в корпус предохранительного клапана устанавливают пружину 2 и толкатель запорного шарика, который помещают в гнездо седла. На заключительном этапе собранный предохранительный клапан устанавливают в крышку, которую закрепляют на корпусе винтами, предварительно поместив между корпусом и крышкой прокладку. Далее в крышку устанавливают регулировочный винт 1 и регулируют уси-

лие пружины 2 клапана на заданное давление. Положение регулировочного винта фиксируют контргайкой. Собранный клапан проверяют на давление срабатывания, указанное в технических условиях, и герметичность. Перед проведением испытаний технологическое отверстие А закрывают резьбовой пробкой 4.

Напорный золотник с обратным клапаном (рис. 8.14) обеспечивает пропускание гидравлической жидкости в одном направлении при заданном давлении и в обратном направлении с минимальным сопротивлением. Гидравлическая жидкость подводится в полость А, при этом золотник 2 под воздействием усилия пружины 1 занимает крайнее нижнее положение, разъединяя полости А и Г (при этом полость Г соединяется с полостью гидравлического цилиндра). Одновременно гидравлическая жидкость поступает через отверстие Б в полость В под нижний конец золотника 2. Когда давление в системе превысит значение, на которое отрегулирована пружина 1, золотник 2 поднимется, соединяя полости А и Г, и гидравлическая жидкость под давлением поступит в полость гидравлического цилиндра. В обратном направлении гидравлическая жидкость проходит, отжимая золотник 3 в крайнее нижнее положение.

Начинают сборку напорного золотника с проверки соответствия геометрических размеров и формы посадочных мест золотников 2

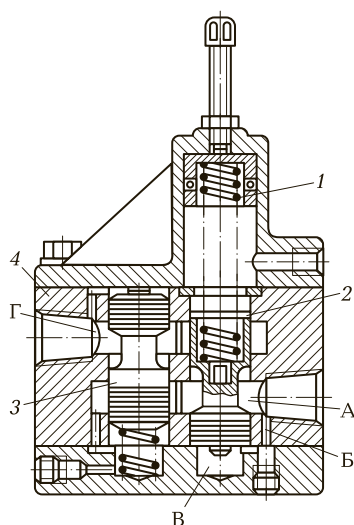


Рис. 8.14. Напорный золотник с обратным клапаном:

1 — пружина; 2, 3 — золотники; 4 — корпус; А—Г — полости и отверстия в корпусе

и 3 и отверстий в корпусе 4 требованиям чертежа. После проведения контрольных операций золотник 2 с размещенной в нем пружиной устанавливают в крышку. Затем в корпус 4 устанавливают пружину и золотник 3. В заключение на корпус 4 устанавливают прокладку и крышку в сборе так, чтобы золотник 2 вошел в отверстие корпуса 4. Крышку закрепляют винтами и регулируют усилие срабатывания золотника 2 регулировочным винтом, фиксируя его положение контргайкой. После сборки напорный золотник с обратным клапаном проверяют на давление срабатывания и герметичность.

Дроссели служат для регулирования скорости движения поршня гидравлического силового цилиндра за счет изменения количества жидкости, поступающей в его полость. Наиболее широко в системах гидравлического привода применяют щелевые дроссели (рис. 8.15). Гидравлическая жидкость через отверстие 8 поступает в корпус 4 и, проходя через щелевое отверстие 7 и внутреннее отверстие валика 3, подходит к отверстию 2, через которое поступает в гидравлическую систему. Поворачивая валик 3, можно изменить сечение щелевого отверстия 7, уменьшая или увеличивая его. Установку валика в заданное положение осуществляют при помощи лимба 5. Фиксация валика в заданном положении обеспечивается гайкой 6. Для слива из дросселя гидравлической жидкости, просочившейся в зазоры соединений, служит отверстие 1.

Сборку щелевого дросселя начинают с контроля соответствия геометрических размеров и формы посадочных мест корпуса 4 и

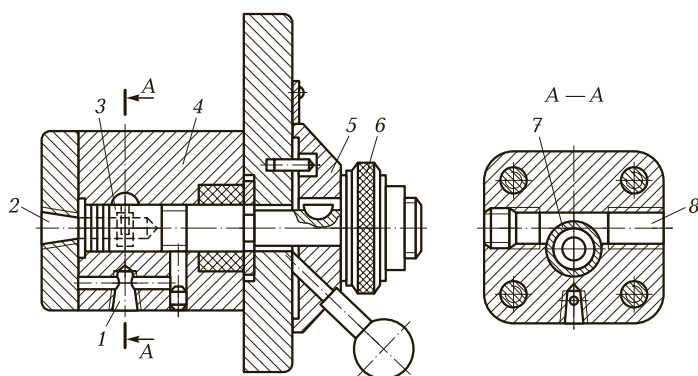


Рис. 8.15. Щелевой дроссель:

1 — сливное отверстие; 2 — выходное отверстие дросселя; 3 — валик; 4 — корпус; 5 — лимб; 6 — гайка; 7 — щелевое отверстие; 8 — отверстие

валика 3 требованиям чертежа. После контроля геометрических размеров и формы осуществляют, в случае необходимости, притирку валика 3 к отверстию корпуса 4, устанавливают на валик сегментную шпонку, а сам валик — в корпус 4 дросселя. Затем на корпусе устанавливают сальниковое уплотнение и крышки: левую (со сливным отверстием) и правую, закрепляя их на корпусе винтами. На заключительном этапе сборки в правую крышку запрессовывают ограничительный штифт, а на валик 3 с сегментной шпонкой устанавливают лимб 5 так, чтобы ограничительный штифт вошел в сегментный паз лимба. На резьбовой конец валика 3 навинчивают гайку 6 и с ее помощью фиксируют положение валика, соответствующее полному открытию дросселя, а в лимб 5 ввертывают рукоятку. Собранный дроссель проверяют на герметичность. После сборки также необходимо проверить, как изменяется расход масла при повороте лимба.

Распределительная аппаратура. Распределительные устройства обеспечивают управление потоками жидкости в гидравлической системе, изменяя их направление, а также включают и выключают отдельные участки гидравлической системы при поступлении внешних сигналов управления, которые могут подаваться как вручную, так и автоматически с помощью системы автоматического управления. К распределительной аппаратуре относятся краны, золотники и др.

К сборке распределительных устройств предъявляется ряд технических требований:

- отклонение от соосности поясков золотников должно быть не более 0,01 мм;
- конусность и овальность посадочных мест золотников должна быть в пределах 0,005...0,01 мм;
- неперпендикулярность торцов поясков золотника их оси не должна превышать 0,01 мм;
- зазор между стенкой отверстия в корпусе и золотником должен находиться в пределах 0,015...0,05 мм.

Необходимая точность сборки рабочих пар распределительных устройств достигается либо путем подбора сопрягаемых деталей по размерам, либо их притиркой перед сборкой. Качество сборки сопрягаемых рабочих пар золотников определяет надежную и качественную работу устройства в процессе эксплуатации.

Реверсивные золотники обеспечивают изменение направления движения рабочих органов оборудования. Золотники могут иметь различное управление: от кулачка и электрическое.

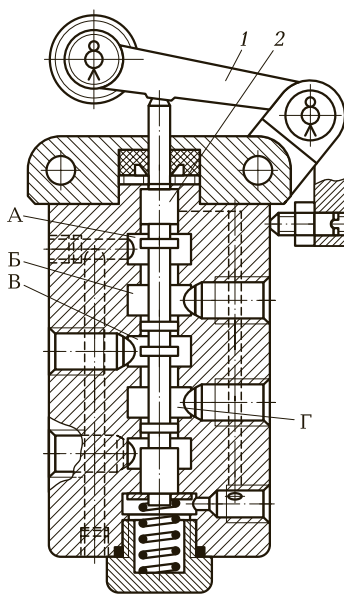


Рис. 8.16. Реверсивный золотник с управлением от кулачка:
 1 — рычаг; 2 — золотник; А—Г — полости в корпусе золотника

Четырехходовой золотник с управлением от кулачка (ручное управление) (рис. 8.16) работает следующим образом. При свободном положении рычага 1 золотник 2 находится в крайнем верхнем положении. При этом положении золотника полость А соединяется с полостью Б, а полость В — с полостью Г и гидравлическая жидкость поступает из полости В в полость Г и далее в одну из полостей силового гидравлического цилиндра, а гидравлическая жидкость из второй полости силового цилиндра поступает на слив через полости А и Б.

При нажатии на рычаг 1 золотник, преодолевая усилие пружины, опускается в крайнее нижнее положение и направление движения гидравлической жидкости изменяется, а поршень при этом совершает обратный ход.

Золотник с электрическим управлением (от электромагнита) (рис. 8.17) имеет три положения, что позволяет подавать гидравлическую жидкость под давлением то в одну, то в другую полость силового цилиндра и подключать обе полости на слив, обеспечивая тем самым остановку рабочего органа оборудования в любом, заранее заданном месте. Плу́нжер 7 золотника может перемещаться

во втулке 4, занимая одно из трех возможных положений. В среднем положении, когда золотник находится под воздействием двух пружин 3, жидкость из трубопровода 11 проходит по полостям втулки 4 и через трубопроводы 10 и 12 поступает на слив. При этом через трубопроводы 5 и 6 и полость втулки 4 гидравлическая жидкость из обеих полостей цилиндра также поступает на слив. При таком положении плунжера рабочий орган оборудования неподвижен. При включении нижнего электромагнита 1 якорь втягивается в катушку и через штифт 2 перемещает плунжер вверх, преодолевая усилие пружины. При этом положении плунжера гидравлическая жидкость из трубопровода 11 поступает в трубопровод 5 и оттуда — в правую полость цилиндра, а жидкость из левой полости через трубопроводы 6 и 10 поступает на слив. При включении верхнего электромагнита 9, воздействующего на штифт 8,

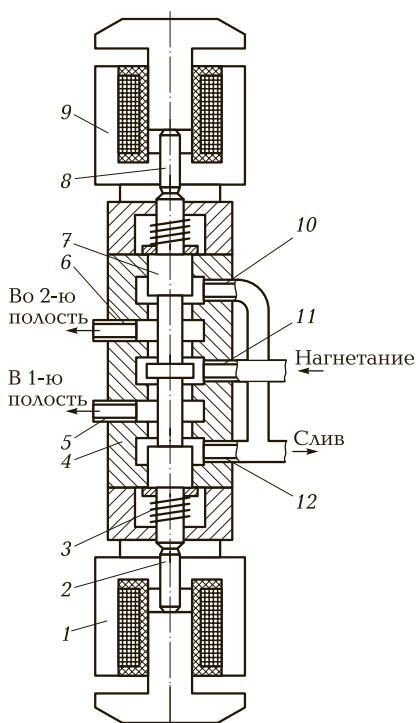


Рис. 8.17. Реверсивный золотник с управлением от электромагнита: 1, 9 — электромагниты; 2, 8 — штифты; 3 — пружина; 4 — втулка; 5, 6, 10–12 — трубопроводы; 7 — плунжер

жидкость под давлением будет поступать в левую полость цилиндра, а из правой полости она будет сливаться через трубопроводы 5 и 12.

Сборка таких устройств сводится к притирке плунжера и отверстия корпуса или к подборке их по размерам в пределах заданных допусков.

Гидропилоты — органы вспомогательного управления золотниками, которые имеют небольшие размеры, так как рассчитаны на небольшую пропускную способность (до 10 л/мин).

Если поворотный пилот 1, расположенный в корпусе 2, соединить с золотниковым устройством, то можно управлять работой гидравлической системы на расстоянии (рис. 8.18, а). Жидкость поступает в трубопровод (рис. 8.18, б), который соединен с гидропилотом 5, и по трубопроводу 7 подводится к торцу золотника 10, смещая его вправо. Поступая в полость цилиндра 8, поток жидкости смещает его поршень 9 вправо и, следовательно, исполнительный механизм также движется вправо, а жидкость из правой полости цилиндра поступает на слив. Когда упор 6, расположенный на исполнительном механизме, сдвинет рычаг гидропилота, последний повернется и соединится с трубопроводом 11. Весь цикл повторится, только подвижные части будут перемещаться влево.

Сборка гидропилота так же, как и сборка золотника, сводится к притирке пары корпус 2 — поворотный пилот 1. Кроме того, необ-

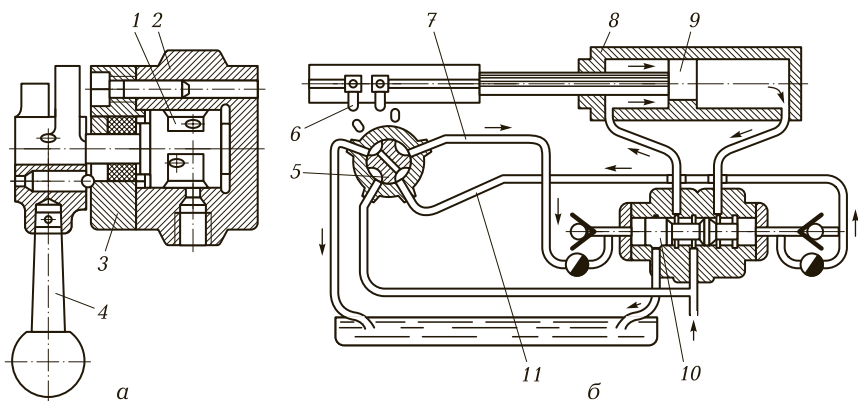


Рис. 8.18. Устройство гидропилота (а) и схема управления с его помощью золотником (б):

1 — поворотный пилот; 2 — корпус; 3 — уплотняющее устройство; 4 — рукоятка; 5 — гидропилот; 6 — упор; 7, 11 — трубопроводы; 8 — цилиндр; 9 — поршень; 10 — золотник

ходимо произвести уплотнение поворотного пилота при помощи уплотняющего устройства 3 и установить рукоятку 4 переключения поворотного пилота.

Реле давления используют в металлорежущих станках для отвода инструмента при чрезмерном усилии подачи и автоматического отвода суппорта токарного станка при работе по упорам.

С помощью штуцера 1 (рис. 8.19), расположенного в корпусе 2, реле давления присоединяют к контролируемой линии гидравлического привода. Когда давление масла в контролируемой системе превышает заданное, мембрана 4 прогибается и передает усилие на рычаг 5, поворачивая его вокруг оси 6. Винт 15, закрепленный на рычаге гайкой 16, воздействует на штифт микровыключателя 14, включая его. При снижении давления пружина 8 через коническое седло клапана 7, расположенного в корпусе 10, воздействует на рычаг 5, возвращая его в исходное положение и выключая микровыключатель. Настройку пружины на заданное давление осуществляют винтом 9, положение которого после настройки фиксируется. Чтобы предупредить случайное замыкание контакта микровыключателя, на корпус 10 устанавливают прокладку 12, закрепляя ее винтом 11. Реле давления монтируют в кожухе 3, закрывтом крышкой 13.

Сборку реле давления начинают, устанавливая в корпус 2 мембрану 4. Затем в корпус 10 ввертывают регулировочный винт 9 и

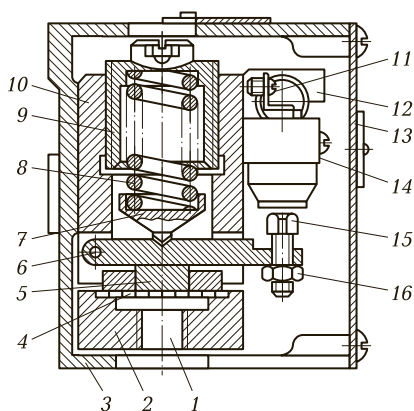


Рис. 8.19. Реле давления:

1 — штуцер; 2, 10 — корпуса; 3 — кожух; 4 — мембрана; 5 — рычаг; 6 — ось; 7 — клапан; 8 — пружина; 9, 11, 15 — винты; 12 — прокладка; 13 — крышка кожуха; 14 — микровыключатель; 16 — гайка

устанавливают в его отверстиях пружину 8, а на пружину надевают клапан 7. После этого в корпусе 10 на оси 6 монтируют рычаг 5, предварительно ввернув в него винт 15, на который устанавливают гайку 16. На заключительном этапе к корпусу 10 крепят микровыключатель 14, предварительно установив и закрепив винтами 11 прокладку 12. Собранные корпуса 2 и 10 устанавливают в кожух 3, подключают реле к гидравлической системе и регулируют усилие пружины 8 при помощи винта 9 на давление, соответствующее срабатыванию микровыключателя 14. Кожух 3 закрывают крышкой 13 и крепят ее винтами.

Монтаж системы гидравлического привода. При монтаже необходимо обеспечить герметичность соединения элементов гидравлической системы с трубопроводами во избежание подсоса воздуха через сливную ветвь гидравлической системы. Кроме того, все элементы гидравлического привода перед их установкой в систему должны быть также проверены на герметичность.

Монтаж аппаратуры управления и регулирования в систему гидравлического привода осуществляется в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к этой аппаратуре: клапаны монтируют в горизонтальном, вертикальном или в наклонном положении; дроссели — либо в горизонтальном, либо в вертикальном; золотники — только в горизонтальном.

Если при монтаже гидравлических систем применяют гибкие шланги, то необходимо проверить их на скручивание, так как скручивание шлангов при монтаже не допускается. Контроль скручивания осуществляется следующим образом: на наружную поверхность шланга наносят цветную осевую риску, ее скручивание в процессе монтажа будет свидетельствовать о скручивании шланга.

Испытания элементов гидравлического привода. Элементы гидравлического привода подвергают испытаниям в целях определения соответствия их параметров требованиям технических условий. Проводят такие испытания на специальных стендах, оснащенных установками для фильтрации и охлаждения рабочей жидкости. Контроль давления в гидравлических системах испытательных стендов осуществляется при помощи встроенных манометров, точность которых должна быть не ниже 4-го класса. Для снятия характеристик при проверке элементов гидравлической системы применяют более точные манометры.

Помимо контрольных испытаний на соответствие элементов гидравлического привода требованиям технических условий их необходимо проверять также на герметичность.

Испытание насосов. Насосы после сборки, а также насосы, поступившие на сборку гидравлического привода в собранном виде, подвергают испытаниям в целях определения действительных значений их подачи, приведенной мощности и объемного КПД и их соответствия указанным в технической документации номинальным значениям этих параметров.

Испытания проводят на испытательном стенде (рис. 8.20), на котором установлен электрический двигатель 14, приводящий в движение испытываемый насос 13. От насоса масло по трубопроводу 3 через кран 2 поступает в мерный бак 8 и подводится к манометру 1. Мерный бак 8 снабжен мерной трубкой, тарированной в единицах объема. При наполнении бака гидравлической жидкостью краны 5 и 11 должны быть закрыты. Давление по манометру 1 также контролируют при закрытых кранах 5 и 11. Температуру гидравлической жидкости контролируют термометром 12. Контроль частоты вращения электрического двигателя осуществляется при помощи тахометра 15.

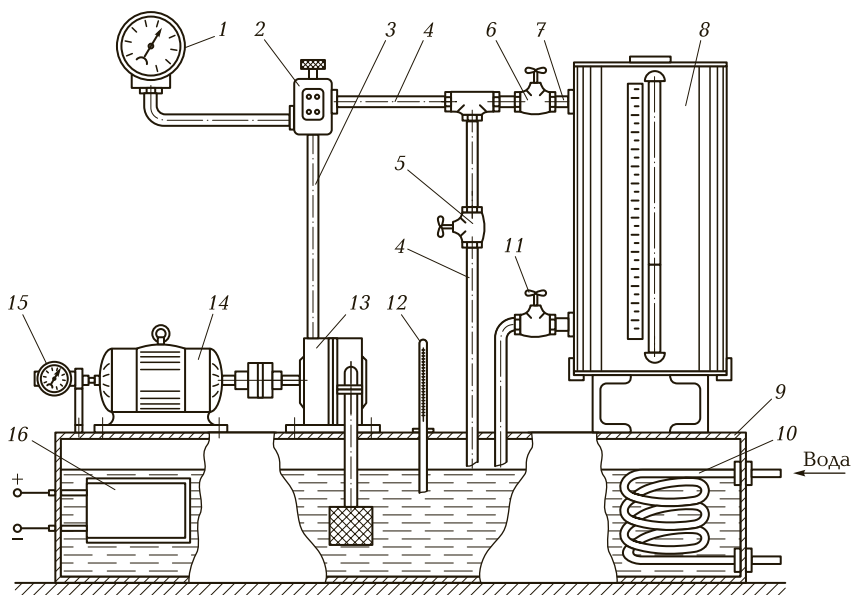


Рис. 8.20. Схема стенда для испытания насосов:

1 — манометр; 2, 5, 6, 11 — краны; 3, 4, 7 — трубопроводы; 8, 9 — баки; 10 — змеевик; 12 — термометр; 13 — насос; 14 — электрический двигатель; 15 — тахометр; 16 — электронагревательный элемент

Объемный КПД насоса проверяют в пределах максимального диапазона давлений. Температура гидравлической жидкости при контроле объемного КПД должна находиться в пределах 40...50 °С. Температуру регулируют, охлаждая гидравлическую жидкость при помощи змеевика 10 или нагревая при помощи электронагревательного элемента 16. Величину объемного КПД определяют по формуле $\eta = Q_{п.н}/Q_0$, где $Q_{п.н}$ — подача насоса при номинальном давлении; Q_0 — подача насоса при минимально возможном давлении в нагнетательной магистрали (значения обеих подач определяют при одинаковой частоте вращения насоса).

Наличие различных неисправностей в насосе определяют:

- по шуму во время работы (свидетельствует о некачественной сборке: велики зазоры в соединениях, впадины между зубьями шестеренного насоса заполняются неполностью, лопатки лопастных насосов заедают в пазах ротора);
- неравномерности подачи рабочей жидкости, снижению давления (засасывание воздуха из-за негерметичности уплотнения всасывающего патрубка);
- утечке жидкости через уплотнения (негерметичность уплотнений).

Испытание гидравлических моторов. При испытаниях гидравлических моторов обязательной проверке подлежат приводная мощность, объемный и общий КПД, рабочий объем, давление и масса гидравлического мотора.

Испытания проводятся на специальном стенде (рис. 8.21), оборудованном контрольно-измерительными приборами, системой предохранения гидравлического мотора от перегрузок, устройствами для фильтрации гидравлической жидкости и стабилизации ее температуры.

При проведении испытаний гидравлических моторов необходимо производить измерения только при устоявшемся тепловом режиме; отсчеты по всем приборам для каждого измерения производить одновременно; осуществлять постоянный контроль состояния гидравлической жидкости; поддерживать заданную температуру гидравлической жидкости, не допуская ее отклонения более чем на 2 °С; поддерживать номинальное значение частоты вращения гидравлического мотора, не допуская ее отклонения более чем на 5 %; считать действительным значением измеряемого параметра среднее арифметическое значение по результатам не менее трех измерений.

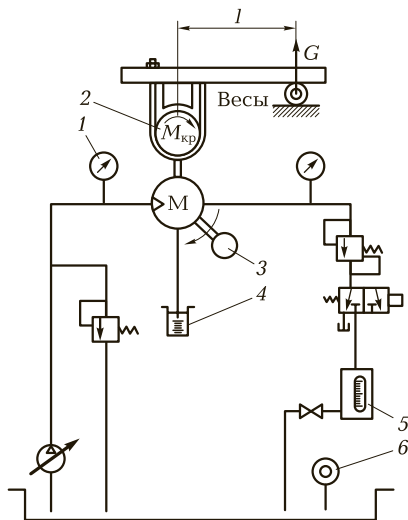


Рис. 8.21. Схема стенда для испытания гидравлических моторов:

1 — манометр; 2 — мотор-весы; 3 — тахометр; 4 — сборник утечки гидравлической жидкости; 5 — мерный бак; 6 — термометр; М — гидравлический мотор; $M_{кр}$ — крутящий момент; l — плечо весов; G — сила, вызванная действием крутящего момента $M_{кр}$

Давление в системе измеряют по манометру 1, а частоту вращения гидравлического мотора тахометром 3. Расход гидравлической жидкости определяют либо при помощи расходомера (на рисунке не показан), либо используют мерный бак 5.

Для измерения крутящего момента при испытаниях используют мотор-весы 2 или специальные динамометры (на рисунке не показаны).

Испытание гидравлических силовых цилиндров. Силовые гидравлические цилиндры испытывают на специальном испытательном стенде (рис. 8.22). Во время испытаний определяют утечки в конечном и среднем положениях поршня при давлении не менее 1,25 номинального. Время определения утечки в каждом положении не менее 2 мин.

Подавая гидравлическую жидкость в одну из полостей цилиндра, постепенно увеличивают ее давление до величины, необходимой для начала движения поршня. Величина этого давления соответствует давлению холостого хода.

При снятии рабочих характеристик силовой гидравлический цилиндр 1, подлежащий испытаниям, соединяют через динамо-

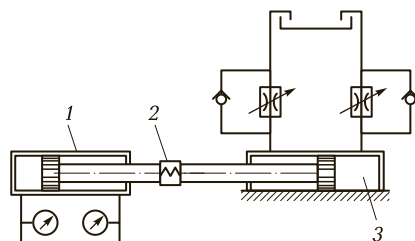


Рис. 8.22. Схема стенда для испытания гидравлического цилиндра:
1 – силовой цилиндр; 2 – динамометр; 3 – нагрузочный цилиндр

метр 2 с нагрузочным цилиндром 3. По динамометру 2 определяют тяговое усилие испытываемого силового цилиндра 1.

Испытание сборочных единиц гидропривода на герметичность. При испытаниях на герметичность элементов гидравлических систем низкого давления возможно применение установок, работающих от централизованной сети подачи сжатого воздуха. Испытуемую сборочную единицу 2 (рис. 8.23) устанавливают на прокладках и закрепляют прижимами. Требуемое давление в резервуаре 4 создают, включая подачу сжатого воздуха краном 3. По окончании испытаний воздух из корпуса выпускается через кран 1. Трубопроводы, имеющие небольшое сечение, проверяют на гидравлическое сопротивление. Для этого испытываемый трубопровод

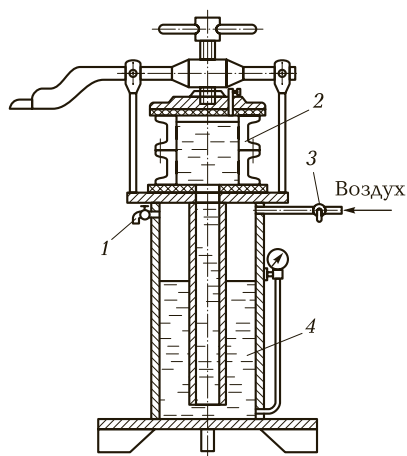


Рис. 8.23. Схема испытания на герметичность:
1, 3 – краны; 2 – испытываемая сборочная единица; 4 – резервуар

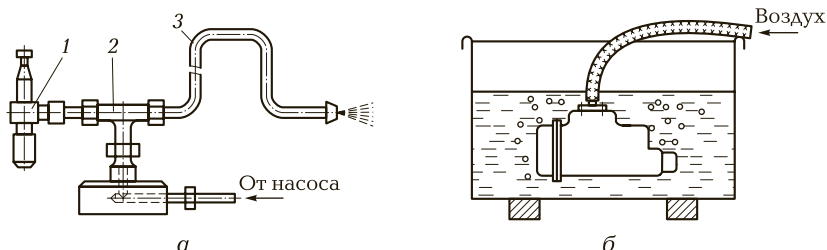


Рис. 8.24. Приспособление для гидравлических испытаний трубопроводов (а) и испытание сборочных единиц на герметичность сжатым воздухом (б):

1 — форсунка; 2 — тройник; 3 — испытываемый трубопровод

3 (рис. 8.24, а) присоединяют к тройнику 2 с форсункой 1, которая отрегулирована на определенное давление. Если через тройник прокачивать жидкость, то жидкость должна выходить не через форсунку, а через трубопровод.

Герметичность соединений удобно проверять по методу «воздух в воде». В этом случае сборочную единицу (рис. 8.24, б) с заглушенными отверстиями присоединяют к магистрали сжатого воздуха и опускают в ванну с водой. В тех местах, где плотность соединения недостаточна, будут появляться пузырьки воздуха.

8.2. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ И ИХ СБОРКА

Назначение и устройство пневматического привода. Широкое применение при механизации и автоматизации технологических процессов находят пневматические приводы и системы управления. Рабочим телом в них является сжатый воздух. Состояние сжатого воздуха характеризуется давлением, температурой и плотностью.

Основными элементами, обеспечивающими работу пневматического привода, являются компрессоры, воздухохранилища, воздухопроводы, пневматические двигатели различных конструкций, аппаратура подготовки воздуха, регулирования его давления и расхода, изменения направления движения сжатого воздуха в системе.

Конструкция элементов пневматического привода и их сборка. *Компрессоры* обеспечивают питание системы пневматического привода сжатым воздухом.

В зависимости от конструкции и принципа действия компрессоры подразделяются на поршневые, ротационные и центробежные, а в зависимости от условий эксплуатации они могут быть стационарными (установленными на неподвижном фундаменте) и передвижными (установленными на транспортных средствах). В машиностроении применяют преимущественно поршневые и центробежные компрессоры, обеспечивающие подачу сжатого воздуха под давлением 0,5...1 МПа. Подача таких компрессоров составляет до 100 м³/мин.

По принципу действия и чередованию циклов всасывания и нагнетания компрессоры аналогичны насосам, поэтому рассмотрим наиболее часто применяемые поршневые компрессоры.

Поршневые компрессоры могут быть одностороннего и двустороннего действия. В компрессорах одностороннего действия (рис. 8.25, а) всасывающий 2 и нагнетательный 1 клапаны устанавливают в корпусе цилиндра 4 с одной стороны, а в компрессорах двустороннего действия (рис. 8.25, б) с двух сторон от поршня 3, перемещающегося в цилиндре.

Сборка компрессора аналогична сборке силового цилиндра гидравлического привода.

Воздухосборник (или ресивер) устанавливают, как правило, между компрессором и воздухопроводной сетью. Воздухосборник служит для снятия пульсации потока сжатого воздуха, поступающего от компрессора. Кроме того, ресивер обеспечивает создание запаса сжатого воздуха и его очистку от влаги и масла. Для улучшения очистки сжатый воздух подводят к ресиверу в средней его части, а трубопровод в корпусе отгибают вниз. Объем воздухосборника определяют в соответствии с подачей компрессора.

Воздухопроводы (жесткие и эластичные) применяют для обеспечения подачи воздуха от воздухосборника к элементам пневматического привода.

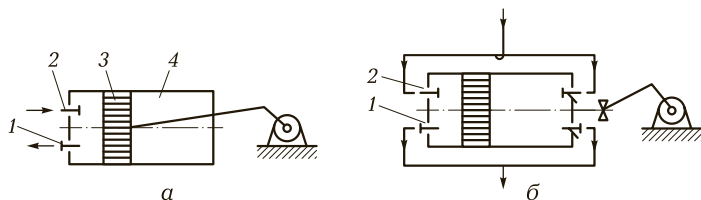


Рис. 8.25. Схемы одноступенчатых поршневых компрессоров одностороннего (а) и двустороннего (б) действия:

1 — нагнетательный клапан; 2 — всасывающий клапан; 3 — поршень; 4 — цилиндр

Пневматические двигатели. Наиболее часто в системах пневматического привода применяют поршневые и диафрагменные пневматические двигатели.

Поршневые двигатели одностороннего (рис. 8.26, а) и двустороннего (рис. 8.26, б) действия обеспечивают перемещение исполнительного органа на достаточно большое расстояние. В двигателях одностороннего действия прямой ход осуществляется за счет подачи сжатого воздуха, а обратный — под воздействием пружины. В двигателях двустороннего действия и прямой, и обратных ход осуществляются за счет поочередной подачи сжатого воздуха в полости цилиндра.

Сборка поршневых пневматических двигателей аналогична сборке силовых гидравлических цилиндров.

Диафрагменный двигатель (рис. 8.26, в) имеет резиновую диафрагму 1, закрепляемую в корпусе по наружному диаметру при помощи крышки, а по внутреннему — на поршне. Прямой ход в диафрагменном двигателе осуществляется за счет подачи сжатого воздуха, а обратный — за счет пружины. Масло, появляющееся в результате утечки, сливается через отверстие 2.

Сборку диафрагменного двигателя начинают с закрепления на поршне резиновой диафрагмы 1 с помощью специальной накладке и винтов с потайной головкой. Затем в корпус двигателя устанавливают возвратную пружину и поршень в сборе. Заканчивают

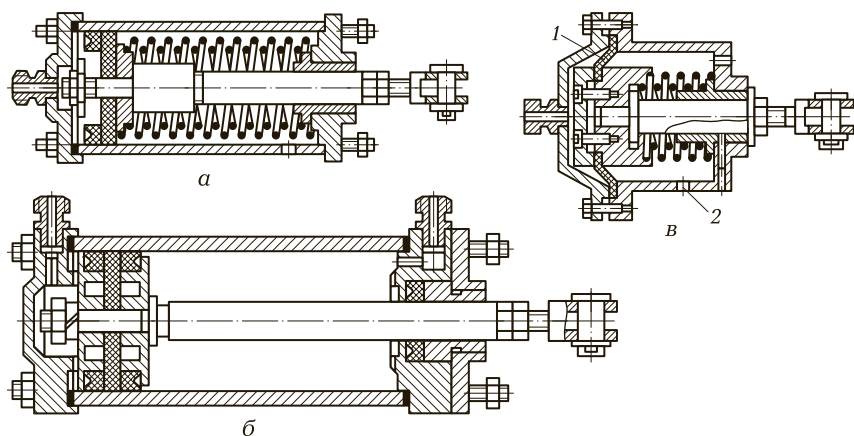


Рис. 8.26. Пневматические двигатели:

а — поршневой одностороннего действия; б — поршневой двустороннего действия; в — диафрагменный: 1 — диафрагма; 2 — отверстие для отвода утечки масла

сборку, устанавливая на корпус крышку, закрепляя ее резиновую диафрагму по наружному диаметру, и крепят крышку к корпусу винтами. Шток поршня пневматического двигателя соединяют с исполнительным механизмом серьгой.

Аппаратура подготовки воздуха. Воздух, подаваемый в систему пневматического привода, необходимо предварительно очищать от загрязнения и насыщать маслом для смазывания трущихся частей. С этой целью применяют фильтры-влажнотделители и масло-распылители.

Фильтр-влажнотделитель (рис. 8.27) устанавливают на входе пневматической системы. Подвод к фильтру сжатого воздуха осуществляется через отверстие *П*, затем воздух проходит через щели отражателя *11* в полость корпуса (стакана) *6*.

Частицы влаги под воздействием центробежных сил отбрасываются к стенкам стакана, где они собираются в капли и стекают в спокойную зону, отделенную от остальной части стакана заслонкой *7*. Стакан изготовлен из прозрачного материала, что позволяет следить

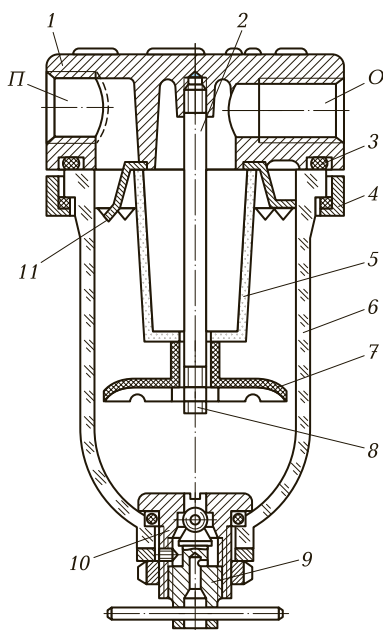


Рис. 8.27. Фильтр-влажнотделитель:

1 — крышка; 2 — шпилька; 3 — прокладка; 4 — фланец; 5 — керамический фильтр; 6 — корпус (стакан); 7 — заслонка; 8 — гайка; 9 — шариковый клапан; 10 — сливная пробка; 11 — отражатель; *О*, *П* — отверстия

за уровнем конденсата и производить его своевременный выпуск через сливное отверстие с шариковым клапаном 9. Очищенный от влаги воздух, проходя через керамический фильтр 5, очищается от механических примесей и поступает к выходному отверстию О.

Сборку влагоотделителя начинают, ввертывая в резьбовое отверстие крышки 1 шпильку 2 и устанавливая на уступе крышки отражатель 11. Затем на шпильку устанавливают последовательно керамический фильтр 5 и заслонку 7, закрепляя их гайкой 8. После этого переходят к сборке сливной пробки 10, устанавливая в нее клапан 9. Сливную пробку в сборе устанавливают в корпус и закрепляют гайкой. На заключительном этапе производят установку крышки в сборе на корпус, поместив между ними прокладку 3. Затем на стакан устанавливают фланец 4 с уплотнительной манжетой и производят крепление фланца с крышкой болтами. Собранный фильтр-влагоотделитель проверяют на герметичность.

Маслораспылитель (рис. 8.28) обеспечивает насыщение очищенного сжатого воздуха дисперсными частицами масла. Сжатый

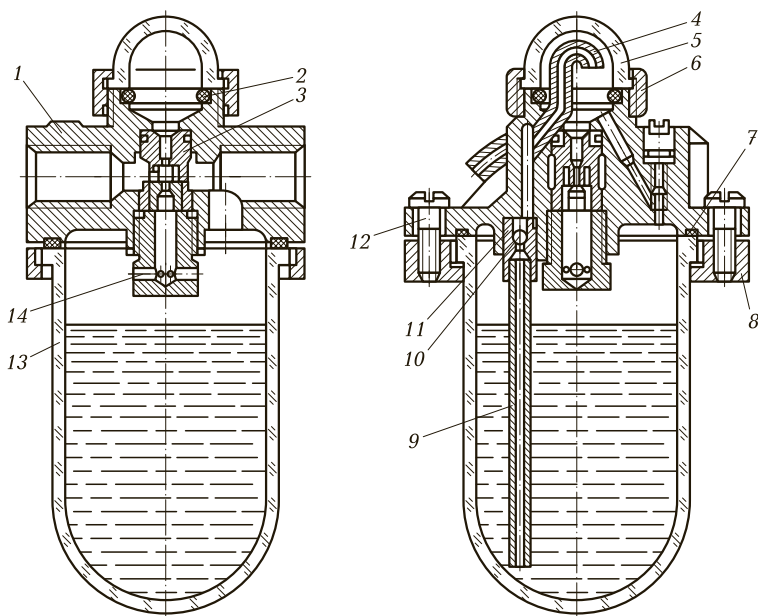


Рис. 8.28. Маслораспылитель:

1 — крышка; 2, 7 — прокладки; 3 — дроссель; 4, 9 — трубки; 5 — колпачок; 6 — накидная гайка; 8 — фланец; 10 — шарик; 11 — шариковый клапан; 12 — крепежные винты; 13 — корпус; 14 — пробка-распылитель

воздух подводится к маслораспылителю и разделяется в нем на две части. Основная часть направляется к выходному отверстию, а оставшая последовательно проходит через каналы пробки-распылителя 14 и дроссель 3. При полностью открытом дросселе давление масла в корпусе и полости смесительной камеры одинаковы, поэтому масло из трубки 4 не поступает. При перекрытии дросселя 3 давление в полости смесительной камеры по сравнению с давлением в корпусе уменьшается, вследствие чего масло поднимается по трубке 9, отжимая шарик 10 клапана 11, и по трубке 4 подается в полость смесительной камеры.

Так как в зоне выходного отверстия, расположенного после кольцевой щели, также происходит местное падение давления, масло в виде капель вытекает из трубки 4, проходит через отверстие дросселя и распыляется в потоке сжатого воздуха. В основном потоке воздуха масло подвергается вторичному распылению и попадает в пневматическую систему в виде мельчайших (дисперсных) частиц.

Сборку маслораспылителя осуществляют в несколько этапов. Сначала собирают шариковый клапан, запрессовывая в его корпус трубку 9 и устанавливая шарик 10. Затем шариковый клапан в сборе запрессовывают в крышку 1 маслораспылителя. После чего в крышку 1 маслораспылителя устанавливают дроссель 3, запрессовывают трубку 4 и ввертывают пробку-распылитель 14 с отверстием для подвода воздуха. Далее на крышку устанавливают прокладку 2 уплотнения и колпачок 5 смесительной камеры, закрепляя их накидной гайкой 6. Крышку в сборе устанавливают на корпус, предварительно разместив в проточке крышки уплотнительную прокладку 7. Заканчивают сборку, устанавливая на корпус фланец с прокладкой и соединяя его с крышкой крепежными винтами 12. Собранный маслораспылитель проверяют на герметичность.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем различие между принципиальной и функциональной схемой гидравлического привода?
2. За счет чего обеспечивается очистка масла в фильтре?
3. Почему наиболее широкое распространение в гидравлическом приводе получили шестеренные насосы?
4. Чем объяснить, что в последнее время вместо шестеренных все более широкое применение находят винтовые насосы?

5. В чем особенности конструкции гидравлического двигателя вращательного движения?
6. С помощью каких устройств осуществляется изменение скорости движения исполнительного механизма?
7. Как регулируется давление жидкости в гидравлической системе?
8. От чего зависит выбор способа уплотнения элементов гидравлической системы?
9. Почему необходима предварительная очистка сжатого воздуха и его насыщение маслом перед подачей в систему пневматического привода?

ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

9.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

Механизация грузоподъемных операций не только облегчает труд рабочих, но и делает его производительней. Детали массой более 18 кг при выполнении слесарных и сборочных работ следует, как правило, перемещать и устанавливать с помощью подъемно-транспортных средств. Сборочные цеха и участки должны оснащаться подъемно-транспортным оборудованием в целях уменьшения ручных трудоемких работ.

Устройства для подъема, опускания и перемещения грузов.

Подъем, опускание и перемещение грузов называют такелажными работами. Для выполнения этих работ используют различное оборудование: подъемные краны, лебедки, тали, тельферы, домкраты, отводные блоки и блочные обоймы, полиспасты, приспособления для размещения грузоподъемных устройств.

Классификация и назначение подъемных кранов. При выполнении сборочных работ наиболее часто применяют консольный настенный поворотный кран и электрическую кран-балку.

Консольный настенный поворотный кран (рис. 9.1) с переменным вылетом и ручным приводом монтируется на специальной стойке — штанге, которая крепится к стене и полу производственного помещения. Основным узлом такого устройства, обеспечивающим подъем груза, является лебедка 1 с ручным приводом. Изменение вылета стрелы крана достигается за счет перемещения тележки 3 по направляющим горизонтальной балки. Перемещение тележки 3 осуществляется вручную при помощи каната 4. Канат соединен с цепным колесом 2, которое поворачивается также вручную при помощи цепи.

Электрический кран-балка (рис. 9.2) относится к межоперационному внутрицеховому транспорту и предназначен для перемещения деталей и сборочных единиц с одного рабочего места на

другое. Кран-балка состоит из металлической фермы 2, в центре которой установлен электрический двигатель 3 с редуктором 4, который соединен с трансмиссионным валом 11. Вал через зубчатые передачи передает вращение на ведущие колеса 1, установленные на рельсы 12 межпролетных железобетонных балок. В нижней части фермы имеется три силовых электрических провода 5 и двутавровая балка 6, по которой на колесиках передвигается тельфер 10. Во внутреннюю часть тельфера установлен барабан, на котором намотан грузоподъемный трос 7 с грузовым крюком 8. При перемещении груза 9 управление кран-балкой осуществляется с дистанционного пульта (на рисунке не показан).

Классификация и назначение лебедок. Лебедки (рис. 9.3), применяемые для перемещения грузов, могут быть с ручным и механическим приводом. Все лебедки снабжаются тормозными устройствами, предупреждающими самопроизвольное опускание груза.

Лебедка с ручным приводом (рис. 9.3, а) состоит из станины 1, скрепленной тягами 2. Вращение от рукоятки 5 передается барабану 3 через зубчатую передачу 4. Поднятый груз удерживается от самопроизвольного опускания при помощи храпового механизма 6.

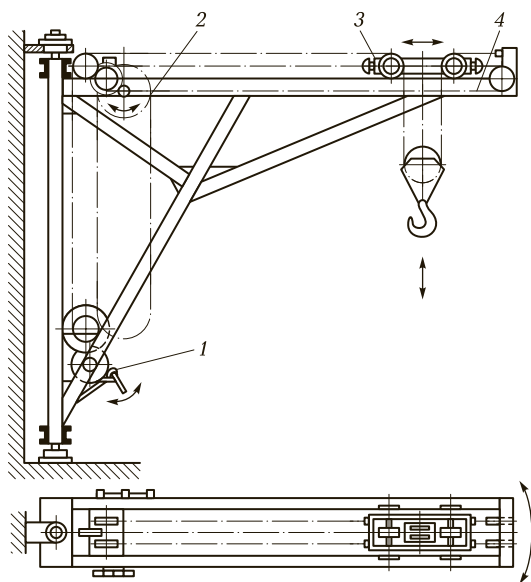


Рис. 9.1. Консольный настенный поворотный кран с переменным вылетом и ручным приводом:

1 — лебедка; 2 — целное колесо; 3 — тележка; 4 — канат

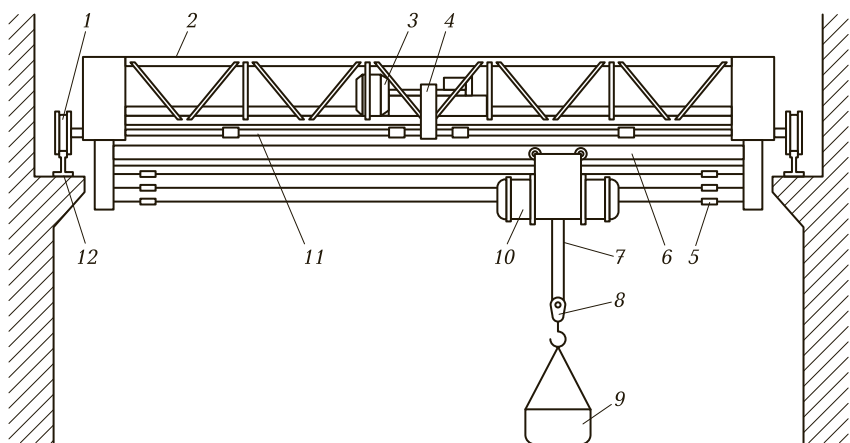


Рис. 9.2. Электрический кран-балка:

1 — ведущие колеса; 2 — ферма; 3 — электрический двигатель; 4 — редуктор; 5 — силовой электрический привод; 6 — двутавровая балка; 7 — трос; 8 — крюк; 9 — груз; 10 — тельфер; 11 — трансмиссионный вал; 12 — рельсы

Лебедка с механическим приводом (рис. 9.3, б), чаще всего электрическим, широко применяется в механизмах подъема грузов как самостоятельно, так и в паре с монтажными полиспастами, которые могут входить в комплект такелажных средств (мачт, порталов, шевров и др.). Монтажные лебедки снабжены электромагнитным тормозом, который включают в цепь электрического двигателя так, чтобы при его пуске тормозные колодки освобождали тормозной диск, а при остановке — затормаживали всю систему передач.

Такая лебедка состоит из барабана 7, редуктора 11, тормоза 10 и электрического двигателя 9. Все механизмы лебедки крепятся на общей несущей раме 8.

Классификация и назначение талей и тельферов. Тали предназначены для подъема, опускания и перемещения деталей и узлов небольшой массы. Применяют тали в тех случаях, когда использование подъемных кранов или других грузоподъемных средств затруднено или невозможно. В зависимости от конструкции приводного механизма различают червячные, шестеренные и рычажные тали.

Червячная таль состоит из обоймы, в которой расположен механизм подъема, состоящий из чугунного червячного колеса, отлитого как единое целое с цепной звездочкой. Цепная звездочка обеспечивает вертикальное перемещение грузовой цепи. Движе-

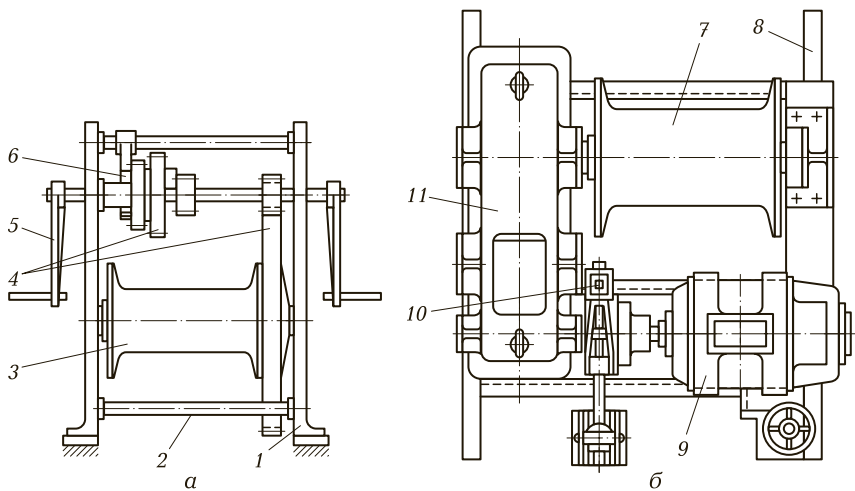


Рис. 9.3. Лебедки с ручным (а) и механическим (б) приводами:

1 — станина; 2 — тяга; 3, 7 — барабаны; 4 — зубчатая передача; 5 — рукоятка; 6 — храповой механизм; 8 — рама; 9 — электрический двигатель; 10 — тормоз; 11 — редуктор

ние цепной звездочке передается от червяка. Для талей применяют пластинчатые или сварные грузовые цепи, на которые подвешивают крюк для закрепления поднимаемого груза. Грузоподъемность таких талей составляет до 100 кг. Высота подъема груза не превышает, как правило, 3 м.

Таль с червячным приводом (рис. 9.4) устроена следующим образом. Грузовая пластинчатая цепь 8 устанавливается на звездочке 2 червячного колеса 4. Таль снабжена дисковым или коническим тормозом 1, который срабатывает от осевого усилия червяка 7. Вращение червяка, а следовательно, и червячного колеса со звездочкой осуществляется приводной цепью 6 через цепное приводное колесо 5. Тали на месте работы подвешиваются при помощи крюка 3.

Шестеренная таль состоит из корпуса, в котором размещена звездочка грузовой цепи, планетарный шестеренный механизм привода и дисковый тормоз. На приводном валу установлена тяговая звездочка, а на втулке с винтовой нарезкой свободно посажена звездочка грузовой цепи и храповое колесо, обеспечивающее удерживание груза от самопроизвольного опускания.

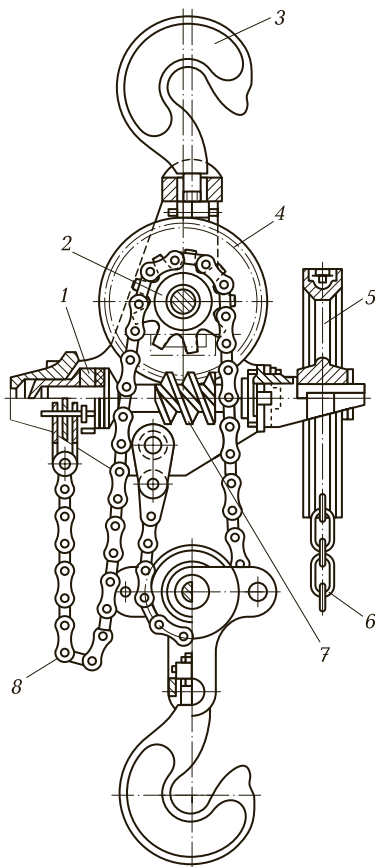


Рис. 9.4. Таль:

1 — тормоз; 2 — звездочка; 3 — крюк; 4 — червячное колесо; 5 — приводное колесо; 6 — приводная цепь; 7 — червяк; 8 — грузовая пластинчатая цепь

При вращении тяговой звездочки в сторону подъема она смещается по винтовой нарезке, входит в зацепление с храповым колесом и заставляет его вращаться. Вращение приводного вала передается через планетарный редуктор на звездочку грузовой цепи. При опускании груза тяговая звездочка смещается по винтовой втулке в обратную сторону и выходит из зацепления с храповым колесом, освобождая его.

У шестеренных талей КПД выше, чем у червячных, они способны обеспечить большую скорость при подъеме груза.

Рычажная таль состоит из силового неподвижного узла, связанного с цепью, двух крюков и приводного рычага (рукоятки). Таль на рабочем месте подвешивают за верхний крюк. Подъем или опускание груза производится качанием рукоятки на угол 90° . Переключение тали с подъема на опускание груза осуществляется при помощи специального фиксатора, который смонтирован в корпусе рукоятки.

При необходимости перемещения груза в горизонтальном направлении ручную таль подвешивают за крюк (см. рис. 9.4) к траверсе *б* на монорельсовой тележке (рис. 9.5), которая перемещается по рельсу. Тележка снабжена колесами *2*, установленными на осях *3*, которые крепятся в боковых накладках *4*, стянутых шпильками *5*.

Тельферы (рис. 9.6) изготавливают с электрическим приводом. Тельфер состоит из грузового канатного барабана *3*, редуктора и фланцевого электрического двигателя *б*. Грузоподъемность тельфера обычно не превышает 5 т. Передвижные тельферы крепятся к механизированной тележке *1*, которая имеет отдельный электрический привод. Тележка может перемещаться вдоль монорельсового пути *2*. Управление работой тельфера осуществляется с дистанционного пульта *4*, который подвешивают на гибком кабеле *5* к корпусу тельфера.

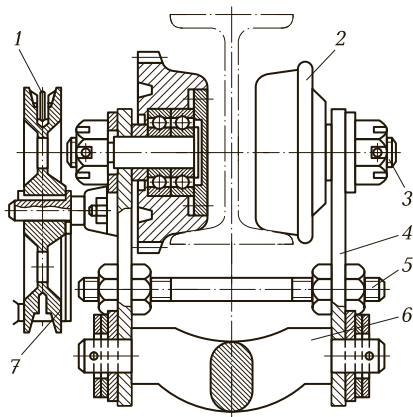


Рис. 9.5. Монорельсовая тележка:

1 — грузовая пластинчатая цепь; 2 — колесо; 3 — ось; 4 — боковая накладка; 5 — шпилька; 6 — траверса; 7 — приводное колесо

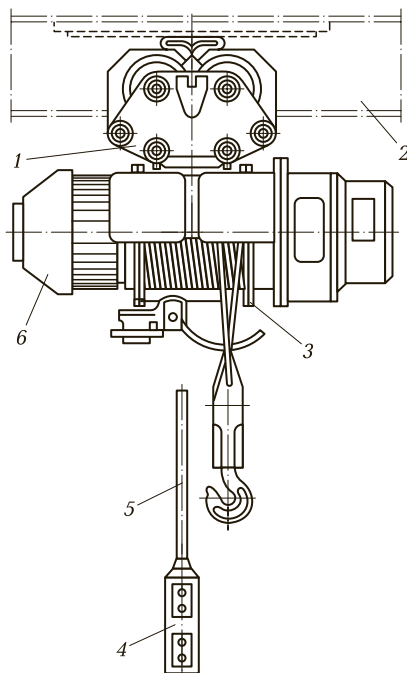


Рис. 9.6. Тельфер:

1 — тележка; 2 — монорельсовый путь; 3 — канатный барабан; 4 — пульт управления; 5 — гибкий кабель; 6 — электрический двигатель

Классификация и назначение домкратов. Домкраты относятся к группе простейших грузоподъемных механизмов и применяются для подъема на небольшую высоту, опускания и горизонтального перемещения деталей и узлов. В отличие от других грузоподъемных устройств домкраты поднимают груз снизу, что создает неустойчивое равновесие, требующее предохранения от опрокидывания.

По принципу действия и конструктивному исполнению домкраты подразделяются на винтовые, реечные и гидравлические.

Винтовые домкраты (рис. 9.7, а) надежно удерживают поднятый груз в любом положении и могут плавно его опускать. Угол подъема резьбы ходового винта домкрата составляет $4 \dots 5^\circ$, что обеспечивает его самоторможение в процессе поднятия и опускания груза. Винтовые домкраты просты по конструкции и надежны в работе. Домкрат состоит из винта 2 с головкой 4, гайки 3 и корпуса 1. Ниже головки на стержне винта находится рукоятка 5, ко-

торая обеспечивает вращение винта. Грузоподъемность винтовых домкратов составляет от 1 до 20 т.

Реечные домкраты (рис. 9.7, б) обеспечивают подъем груза за счет зубчатой рейки, которая перемещается внутри домкрата по направляющим. По конструкции различают рычажно-реечные и реечно-зубчатые домкраты. Грузоподъемность реечных домкратов достигает 15 т.

Реечный домкрат имеет корпус 7 из листовой стали, внутри которого находится зубчатая рейка 8, заканчивающаяся сверху вращающейся на пальце опорной головкой. При подъеме груза движение от рукоятки 10 передается через ведущий вал и зубчатое колесо 9 к зубчатому колесу 6, которое находится в зацеплении с зубчатой рейкой 8. Поднятый груз удерживается от самопроиз-

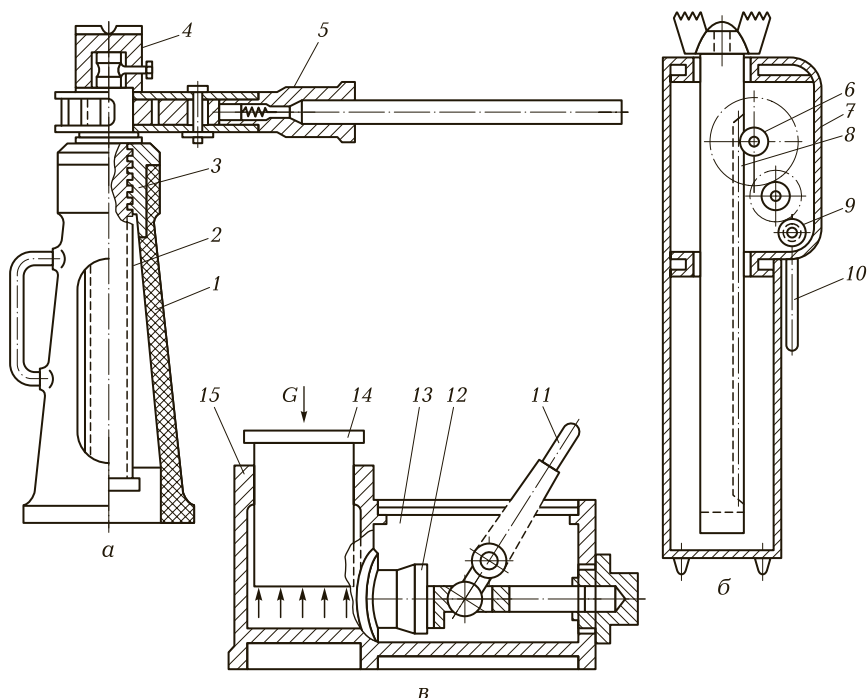


Рис. 9.7. Винтовой (а), реечный (б) и гидравлический (в) домкраты:

1, 7 — корпуса; 2 — винт; 3 — гайка; 4 — головка винта; 5, 10 — рукоятки; 6, 9 — зубчатые колеса; 8 — зубчатая рейка; 11 — рычаг; 12 — плунжерный насос; 13 — резервуар для гидравлической жидкости; 14 — поршень; 15 — цилиндр; G — масса груза

вольного опускания при помощи храпового механизма (на рисунке не показан).

Гидравлические домкраты (рис. 9.7, в) работают по принципу нагнетания рабочей жидкости с помощью насоса (с малым диаметром поршня) в рабочий цилиндр. Воздействуя на большую площадь рабочего поршня, жидкость создает значительную силу, которая используется для подъема груза. Гидравлические домкраты отличаются большой грузоподъемностью, достигающей 750 т, относительно высоким КПД и плавностью работы.

Поршневой гидравлический домкрат состоит из цилиндра 15, поршня 14 и резервуара 13 для гидравлической жидкости, в который помещен плунжерный насос 12, приводимый в действие рычагом 11. При работе насоса жидкость подается в цилиндр и поднимает поршень с грузом.

Конструкция и назначение вспомогательных приспособлений для подъема и перемещения грузов. К таким устройствам относятся отводные блоки, блочные обоймы и приспособления для размещения грузоподъемных устройств.

Отводные блоки и блочные обоймы используют в грузоподъемных устройствах для закрепления грузов при их подъеме и перемещении. Отводные блоки позволяют изменить направление движения каната за счет использования одного или двух блоков. Для удобства монтажа каната на блоки их выполняют с откидной

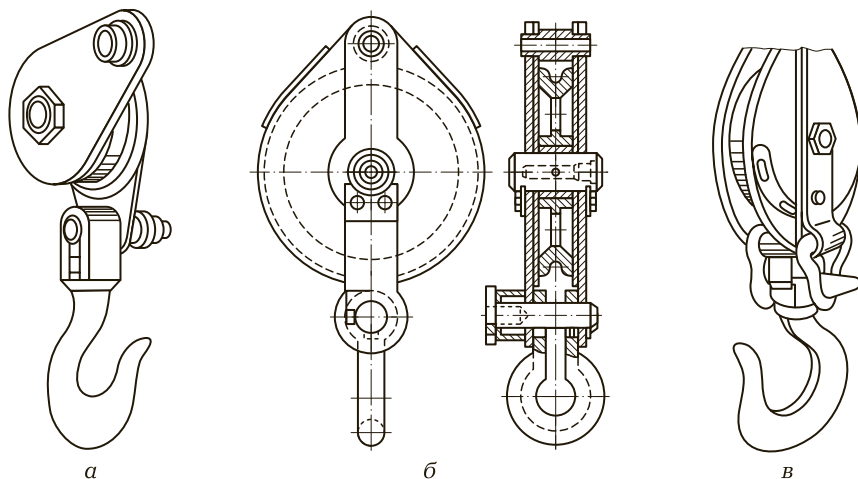


Рис. 9.8. Отводные блоки:

а — с откидной щекой; б — со съёмной серьгой; в — со съёмным крюком

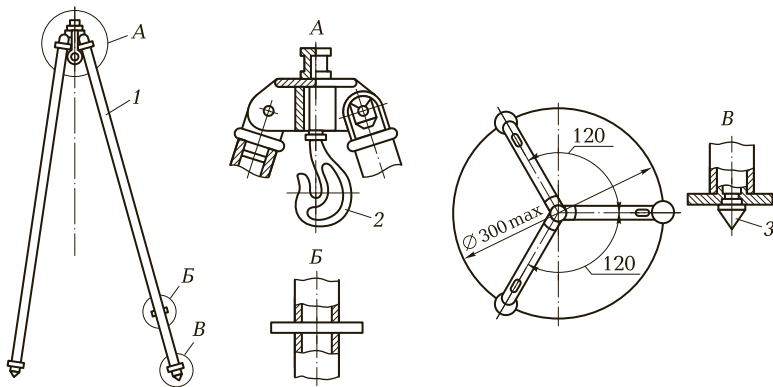


Рис. 9.9. Тренога:
1 — штанга; 2 — крюк; 3 — опора

щечкой (рис. 9.8, а), со съёмной серьгой (рис. 9.8, б) или со съёмным крюком (рис. 9.8, в).

Приспособления для размещения грузоподъемных устройств.

Приспособления применяют в тех случаях, когда при отсутствии стационарных подъемных устройств необходимо произвести работы по сборке крупногабаритного промышленного оборудования. Выбор таких приспособлений зависит от массы перемещаемых деталей и узлов. Наиболее простыми и распространенными приспособлениями, применяемым для этих целей, являются кóзлы, треноги и мачты.

Кóзлы применяют для подъема грузов массой до 12 т и изготавливают из деревянных бревен. Козлы состоят из четырех стоек, двух поперечин и четырех раскосов. На поперечины укладывают балку или рельс, на котором крепят грузоподъемный механизм. Размеры бревен и балок для изготовления кóзел выбирают по справочным таблицам в зависимости от массы поднимаемого груза.

Треноги (рис. 9.9) используют для подъема грузов относительно небольшой массы, как правило, не превышающей 3 т, на высоту до 2,5 м. Чаще всего треноги изготавливают из металлических труб, реже — из древесины.

Мачты (рис. 9.10, а) служат для подъема грузов массой до 50 т. Используют мачты в тех случаях, когда при сборке промышленного оборудования невозможно или нецелесообразно применение кранов.

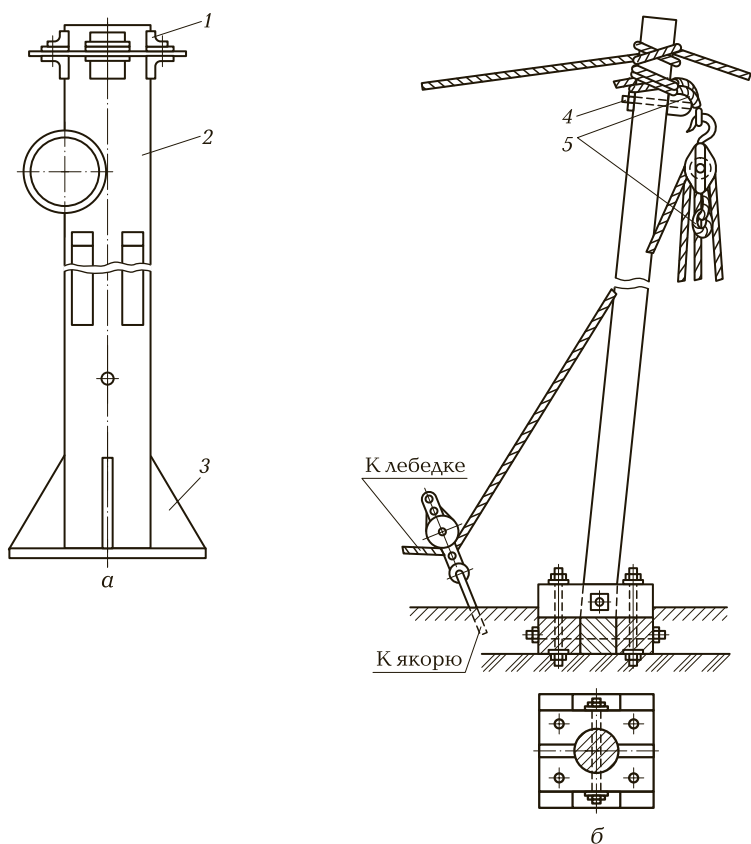


Рис. 9.10. Конструкция (а) и схема установки (б) мачты:

1 — фланец; 2 — колонна; 3 — ребро жесткости; 4 — двойные выбленочные узлы; 5 — беседочные узлы со сжимами

В вертикальном или в заданном наклонном положении мачты удерживают с помощью расчалок — вант (рис. 9.10, б). Число вант определяют исходя из условий работы, но оно не может быть менее трех.

9.2. ТАКЕЛАЖНАЯ ОСНАСТКА И СТРОПОВКА ГРУЗОВ

В такелажных работах применяют канаты, цепи, грузозахватные устройства и стропы.

Типы канатов и полиспастов и их назначение. Канаты находят широкое применение в качестве тягового органа в грузоподъемных устройствах. Чаще пользуются стальными канатами. Канаты из органических волокон (пеньковые, хлопчатобумажные) и канаты, изготовленные из синтетических материалов, применяют, как правило, только для обвязывания грузов и крепления их к крюку грузоподъемного механизма.

Классификация и назначение стальных канатов. Стальные канаты работают бесшумно и позволяют поднимать грузы с большой скоростью. Их изготавливают из высокоуглеродистой, обладающей высокой прочностью стальной проволоки диаметром 0,2...3 мм. В грузоподъемных устройствах применяют канаты двойной свивки. Проволоки свивают в пряди, которые навивают на стальной сердечник.

Конструкция грузового каната определяется числом составляющих его прядей и числом проволок в каждой из этих прядей. Конструкция каната обозначается следующими цифрами: первая цифра — число прядей в канате; вторая — число проволок в пряди. Если все пряди каната имеют одно и то же число проволок (на практике применяют именно такие канаты), то между цифрами, соответствующими числу прядей и числу проволок, ставят знак умножения « \times ». Если канат имеет сердечник, то после цифр ставят знак «+», а рядом с ним цифру, указывающую на число сердечников. Буквы, стоящие после цифры, обозначающей число сердечников, указывают на материал, из которого этот сердечник изготовлен, например: о.с. — органический сердечник; м.с. — металлический сердечник. Например, обозначение каната $6 \times 36 + 1$ о.с. означает, что канат состоит из шести прядей по тридцать шесть проволок в каждой пряди, имеет один органический сердечник, вокруг которого навивают пряди каната.

Грузоподъемность каната выбирают исходя из максимального рабочего усилия в его ветвях и запаса прочности каната по специальной, приводимой в справочниках таблице.

Минимально допустимый диаметр стального проволочного каната, используемого для такелажной оснастки, выбирают по расчетной разрывной силе $R_p = SK$, где S — наибольшая растягивающая сила, действующая в ветви каната; K — коэффициент запаса прочности.

Чтобы обеспечить долговечность выбранного каната, определяют минимально допустимый диаметр блока, ограничивающий напряжение изгиба каната, из условия $D_6 = Kd_k$, где K — коэффициент запаса прочности, который выбирают в зависимости от типа

грузоподъемного устройства и режима его работы; d_k — диаметр каната. При использовании каната в грузоподъемных устройствах с ручным приводом $K = 5 \dots 6$; для канатов, применяемых в полиспастах, и чалочных канатов $K = 6$.

Классификация и назначение канатов из органических и синтетических материалов. Канаты из органических и синтетических материалов значительно удлиняются под воздействием нагрузки. Это существенно ограничивает область их применения. Удлинение может достигать 20 % у канатов из органических материалов и 50 % — из синтетических при нагрузке, близкой к нагрузке разрыва.

К **канатам из органических волокон** относятся пеньковые и сизалевые, которые в большинстве случаев применяют для растяжек и в качестве чалочных.

Пеньковые канаты изготавливают трехпрядными кручеными бельными или пропитанными в трех исполнениях: специальные, повышенной прочности и обыкновенные.

Маркируют пеньковые канаты следующим образом: первые две буквы — наименование каната (канат пеньковый бельный — ПБ, канат пеньковый пропитанный (смоленый) — ПС); затем следуют цифры, обозначающие линейную плотность каната (плотность каната измеряется в килотексах, 1 ктекс — масса каната, кг/1 000 м); две последние цифры — группа каната (специальный, повышенной плотности, обыкновенный).

Примеры обозначения пеньковых канатов:

- ПБ120ктексСп — канат пеньковый бельный, плотностью 120 ктекс, специальный;
- ПС144ктексПв — канат пеньковый пропитанный (смоленый), плотностью 144 ктекс, повышенной прочности.

Пеньковые канаты изготавливают диаметром 10...112 мм с разрывной нагрузкой 7 900...537 750 Н. Прочность пропитанных канатов приблизительно на 1...3 % меньше прочности бельных.

Сизалевые канаты, так же, как и пеньковые, изготавливают трехпрядными в трех исполнениях. Для отличия группы каната в них вводят цветные каболки (пряди): одну для канатов повышенной прочности и две — для специальных канатов. Канаты сизалевые обыкновенные цветных прядей не имеют.

В ряде случаев возможно применение комбинированных канатов, в которых пряди состоят из стальной проволоки и пеньковой смоленой или сизалевой пряжи. По конструкции такие канаты могут быть трех-, четырех- и шестипрядными. Число проволок диа-

метром 0,5...1 мм в прядях может составлять 6—16. Канаты пенька — сталь изготавливают в двух вариантах: раскручивающиеся и нераскручивающиеся, они подразделяются на две группы: повышенной и нормальной прочности.

Канаты из синтетических волокон (капроновые, полипропиленовые, полиэфирные, полиэтиленовые) можно применять также для полиспастных систем в тех случаях, когда применение стальных канатов невозможно или нецелесообразно.

При помощи канатов осуществляется зачаливание грузов. Выбор способа зачаливания груза и применяемого при этом каната зависит от формы поднимаемого груза и его массы.

Для подъема грузов небольшой массы канат закрепляют на крюке грузоподъемного устройства одинарным (рис. 9.11, *а*) или двойным (рис. 9.11, *б*) крюковым узлом. Если требуется выполнить подъем крупногабаритных грузов большой массы, применяют закрепление каната на крюке грузоподъемного устройства на двух (рис. 9.11, *в*) или на четырех (рис. 9.11, *г*) ветвях.

Полиспасты представляют собой устройства, состоящие из двух блочных обоем, соединенных между собой гибкой связью (канат, цепь). Верхняя блочная обойма полиспаста — неподвижная, а нижняя — подвижная. Применение полиспастов при подъеме и опускании грузов обеспечивает выигрыш в силе.

Наиболее важным параметром полиспаста является его кратность $i_{\text{п}}$, которая определяется как отношение числа ветвей полиспаста, на которых весит груз, к числу ветвей, наматываемых на барабан лебедки или другого грузоподъемного устройства.

При эксплуатации полиспаста возможен сход ветви полиспаста с блока, что создает аварийную ситуацию. Для того чтобы не про-

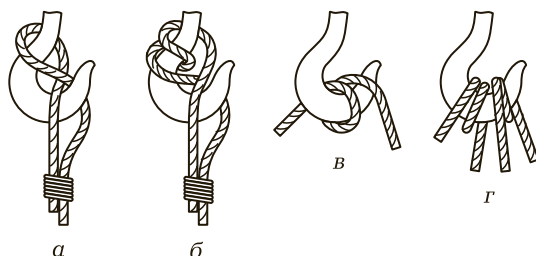


Рис. 9.11. Способы зачаливания каната на крюк:

а — одинарный крюковой узел; *б* — двойной крюковой узел; *в* — подвеска на двух ветвях; *г* — подвеска на четырех ветвях

изошло схода каната с блока, отклонение его ветвей от плоскости вращения канатных блоков не должно превышать 6° .

При использовании полиспастов наибольшие нагрузки действуют на неподвижную верхнюю блочную обойму.

Конструктивно полиспаст (рис. 9.12) состоит из неподвижных 1 и подвижных 2 блоков, огибаемых гибким тяговым органом 3. Блоки полиспаста смонтированы в обоймах. Грузовой крюк крепится к нижней подвижной обойме, которую обычно называют крюковой подвеской. Прикладываемое усилие при использовании полиспастов

$$F = (G + G_n) / (i_n \eta),$$

где G — масса груза; G_n — масса полиспаста; i_n — кратность полиспаста; η — КПД.

Пример. Необходимо выбрать полиспаст для подъема груза массой 300 кг. Известно, что масса полиспаста равна 90 кг, его

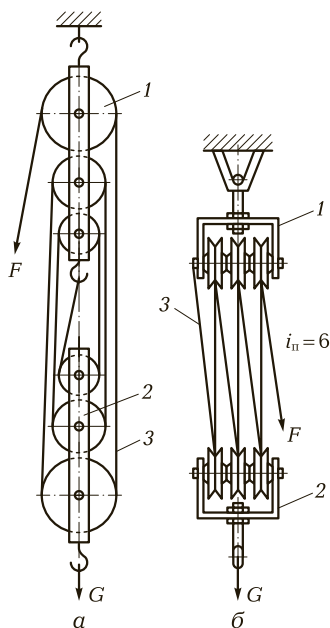


Рис. 9.12. Полиспасты с блоками, расположенными в один ряд (а) и на общих горизонтальных осях (б):

1, 2 — соответственно неподвижный и подвижный блок; 3 — гибкий тяговый орган; G — масса груза; F — прикладываемое усилие; i_n — кратность полиспаста

КПД составляет 0,96. При подъеме груза вручную рабочий прикладывает усилие, не превышающее 60 кг.

Используя приведенную выше формулу, определяем кратность полиспаста:

$$i_{\text{п}} = (G + G_{\text{п}}) / (F\eta) = (300 + 90) / (60 \cdot 0,96) = 6,77,$$

т.е. для того чтобы поднять требуемый груз, понадобится многоблочный полиспаст, имеющий шесть ветвей для подвешивания груза.

Конструкция и назначение грузовых цепей. Цепи в грузоподъемных механизмах используют в качестве грузовых или для изготовления стропов. Наиболее широкое применение находят грузовые пластинчатые (рис. 9.13, а) и круглозвенные сварные (рис. 9.13, б) цепи.

В зависимости от грузоподъемности цепи изготавливают различных размеров. Основными параметрами, определяющими грузоподъемность пластинчатой цепи, являются размеры составляющих ее пластин (L — длина, B — ширина и t — шаг цепи). Грузоподъемность круглозвенной стальной цепи зависит от калибра d , ширины B и шага t .

Конструкция и назначение грузозахватных устройств. Грузозахватные устройства обеспечивают соединение перемещаемого груза с тяговыми органами грузоподъемного механизма. К таким устройствам относятся крюки, электромагниты, а также специальные приспособления для захвата штучных грузов.

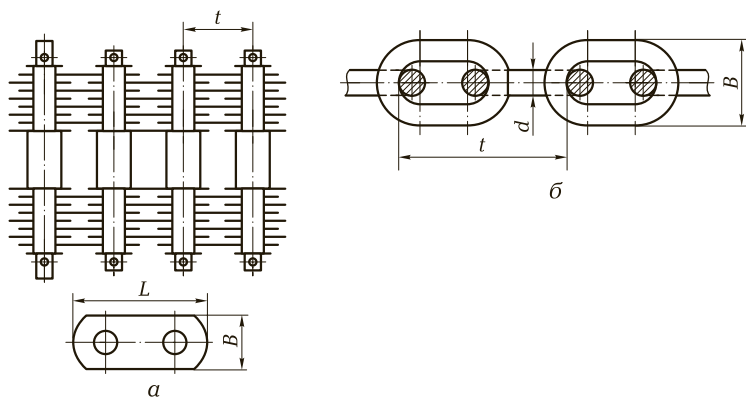


Рис. 9.13. Пластинчатая (а) и круглозвенная (б) грузовые цепи:

B — ширина цепи; d — калибр; L — длина пластины; t — шаг

Конструкция грузозахватных устройств зависит от формы груза. Для подъема листового материала и профильного проката применяют струбцины различных конструкций: универсальные (рис. 9.14, а, б) и специальные (рис. 9.14, в, г). Подъем крупногабаритных деталей осуществляется при помощи стандартных рым-болтов (рис. 9.14, д) и грузовых штырей (рис. 9.14, е, ж), а деталей цилиндрической формы — с помощью клещевых захватов (рис. 9.14, з).

Конструкция и назначение стропов. Стропы используют для подъема грузов при помощи кранов или специальных грузоподъемных приспособлений. Изготавливают стропы из стальных канатов или из цепей.

Стропы из стальных канатов изготавливают из отрезков канатов.

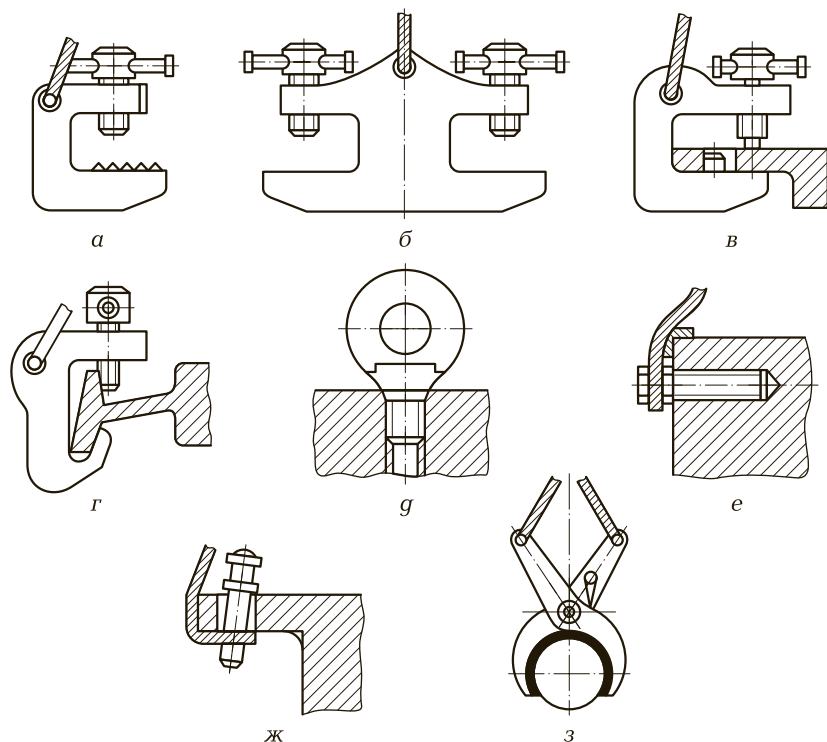


Рис. 9.14. Захваты для штучных грузов:

а, б — универсальные струбцины; в, г — специальные струбцины; д — рым-болт; е, ж — грузовые штыри; з — клещевой захват для круглых деталей

Одноветвевой строп типа 1СК (рис. 9.15, а) состоит из трех звеньев: подвески 2, канатной ветви 1 и грузового крюка 3, который в свою очередь состоит из чалочного крюка и предохранительного замка. Предохранительный замок предотвращает самопроизвольное соскальзывание груза с чалочного крюка.

Двухветвевые 2СК (рис. 9.15, б), трехветвевые 3СК (рис. 9.15, в) и четырехветвевые 4СК (рис. 9.15, г) грузовые канатные стропы помимо перечисленных элементов имеют общую подвеску — коуш для одновременного подвешивания всех стропов к крюку грузоподъемного устройства. Коуш применяют для того, чтобы предохранить петли канатов от резких перегибов и перетирания в процессе эксплуатации.

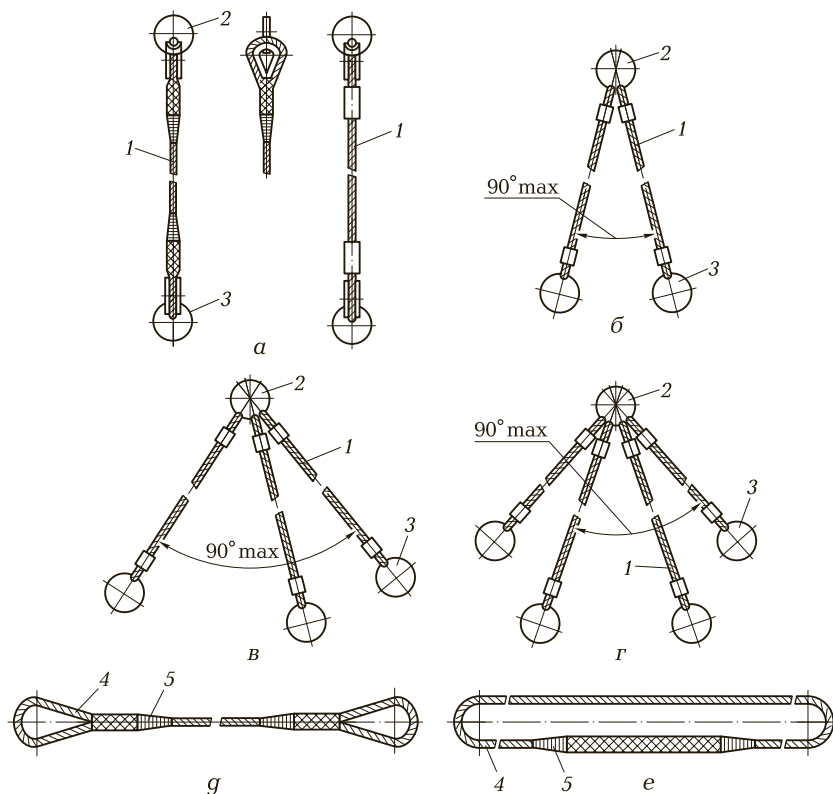


Рис. 9.15. Канатные стропы:

а — 1СК; б — 2СК; в — 3СК; г — 4СК; д — СКП1; е — СКК2; 1 — канатная ветвь; 2 — подвеска; 3 — строповое устройство (крюк или кольцо); 4 — канат; 5 — соединительный узел

Наиболее широкое распространение для строповки грузов находят универсальные стропы, которые изготавливают в двух исполнениях: в первом случае это одноветвевой строп СКП1 из каната 4 без коуша и крюка (рис. 9.15, *g*), а во втором — СКК2 — кольцевой элемент, концы каната которого соединены между собой специальным соединительным узлом (рис. 9.15, *e*).

Грузоподъемность строп зависит от длины стропы и диаметра каната, из которого они изготовлены. Диаметр каната выбирают в зависимости от массы поднимаемого груза и типа изготавливаемого стропы.

При подборе стропов по грузоподъемности следует учитывать угол между его ветвями, который зависит от способа строповки груза.

При подъеме и перемещении грузов при помощи многоветвевых стропов следует обязательно учитывать возможность неравномерного нагружения стропов. Для учета неравномерности нагружения вводят специальные коэффициенты неравномерности: для двухветвевое стропы $K = 1$; при числе стропов три и более $K = 0,75$.

Стропы из цепей (рис. 9.16) по сравнению с канатными имеют существенные недостатки: они тяжелее, дороже и быстрее изнашиваются.

Все стропы, как цепные, так и канатные, должны отвечать определенным требованиям: они должны легко надеваться на крюк, сниматься с крюка и, кроме того, без труда освобождаться от груза.

Для того чтобы обеспечить одинаковое натяжение строп при подъеме груза, применяют специальные винтовые стяжки — талрепы (рис. 9.17).

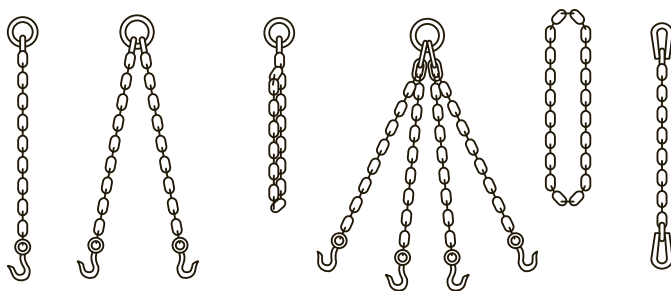


Рис. 9.16. Стропы из цепей

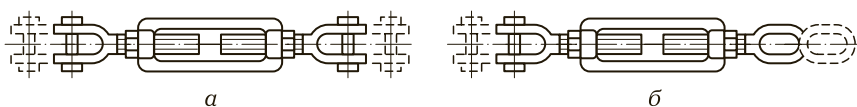


Рис. 9.17. Талрепы с двумя вилками (а) и вилкой и ушком (б)

Талрепы изготавливают трех типов: с открытой штампованной муфтой (ОШ), с открытой сварной муфтой (ОС) и закрытой сварной муфтой (ЗС). Выбор того или иного типа талрепа зависит от силы нагружения: талрепы типа ОШ рассчитаны на нагрузки 1 ... 25 кН; типа ОС — на 2 ... 200 кН; типа ЗС — на 1 ... 16 кН. Изготавливают талрепы из углеродистых сталей.

Полуавтоматические стропы применяют при монтаже технологического оборудования. Полуавтоматические стропы (рис. 9.18) снабжены специальными замками 3, обеспечивающими освобождение стропов 2, удерживающих груз, с рабочего места слесаря-сборщика.

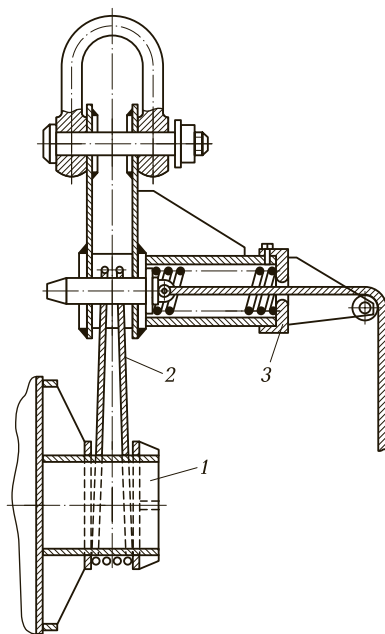


Рис. 9.18. Полуавтоматический строп:
1 — ложный штупер; 2 — строп; 3 — замок

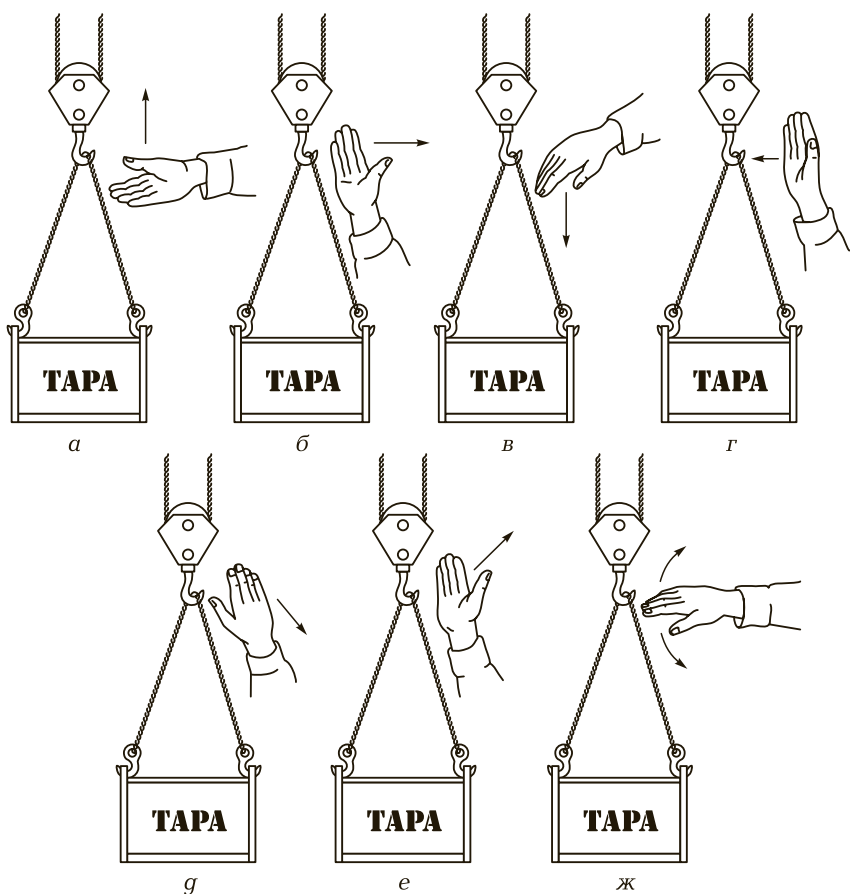


Рис. 9.19. Приемы ручной сигнализации подъема и опускания грузов: а — вверх; б — вправо; в — вниз; г — влево; д — вперед (от себя); е — назад (на себя); ж — стоп (движение вправо и влево на уровне пояса)

Сигналы на поднятие, перемещение и опускание грузов подаются крановщику, строповщику и лицам, ведущим наблюдение за перемещением грузов, движениями кисти правой руки (рис. 9.19).

9.3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ И ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

Обеспечение безопасности при работе с грузоподъемными устройствами требует соблюдения своевременного и качественно-

го контроля за соблюдением действующих норм и правил безопасности, в которых изложены требования, подлежащие выполнению в процессе эксплуатации грузоподъемных устройств.

Разрешение на эксплуатацию грузоподъемных устройств выдают специалисты, которые осуществляют надзор за грузоподъемными устройствами на предприятии. До начала эксплуатации грузоподъемные устройства, а также съемные грузозахватные приспособления должны быть подвергнуты полному техническому освидетельствованию, которое включает в себя испытание машин и тщательный технический контроль всех механизмов, электрического оборудования, тормозов, канатов и других элементов. Механизмы, находящиеся в эксплуатации, должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию.

Срок периодических испытаний грузоподъемных устройств, кранов, передвигающихся по рельсовым путям, электрических тележек, ручных и электрических талей, лебедок для подъема груза устанавливается один раз в три года; лебедки, использующиеся для подъема людей, испытывают один раз в год.

Кроме полного освидетельствования грузоподъемные устройства не реже одного раза в год должны подвергаться частичному техническому освидетельствованию, при котором испытания не проводятся.

Внеочередное полное техническое освидетельствование должно производиться после установки грузоподъемного устройства на место постоянной работы; реконструкции грузоподъемного устройства, связанной с заменой привода, удлинением стрелы, усилением крана для увеличения его грузоподъемности, а также других изменений, вызывающих перераспределение нагрузки в элементах конструкции грузоподъемного устройства; замены элементов или узлов грузоподъемного механизма; смены крюка или крюковой подвески. Цель технического освидетельствования — установить, исправно ли грузоподъемное устройство и обеспечивает ли оно безопасную работу.

Съемные грузозахватные приспособления (стропы, цепи, клещевые захваты и др.) должны подвергаться осмотру и испытанию под нагрузкой, в 1,25 раза превышающей номинальную грузоподъемность. В процессе эксплуатации съемные грузозахватные устройства должны подвергаться периодическому осмотру не реже одного раза в месяц, а стропы — через каждые 10 дней. Стальные канаты стропов при необходимости бракуют. Установлены нормы выбраковки стальных канатов в зависимости от числа допустимых обрывов проволок на длине одного шага свивки каната.

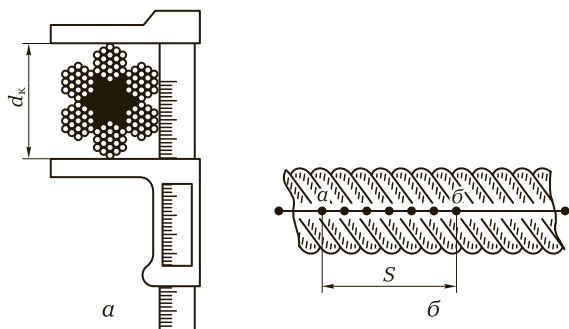


Рис. 9.20. Схема определения диаметра каната (а) и шага его свивки (б): d_k — диаметр каната; S — шаг свивки каната; $a, б$ — метки

Шаг свивки каната S определяют следующим образом. Измеряют диаметр d_k каната, как это показано на рис. 9.20, а. На поверхность какой-либо пряди наносят метку a (рис. 9.20, б), от которой отсчитывают вдоль центральной оси каната столько прядей, сколько их имеется в сечении каната (на приведенном рисунке — шесть), на следующую, седьмую, прядь наносят еще одну метку — $б$. Расстояние между этими метками соответствует шагу свивки. У многопрядных канатов шаг свивки определяют по числу прядей в наружном слое каната. Нормы выбраковки стальных канатов приводятся в справочниках.

При наличии у каната существенного поверхностного изнашивания или коррозии проволок число допустимых обрывов на шаге свивки уменьшается на 50 %. Если износ или коррозия достигают 40 % первоначального диаметра проволок, то канат бракуют. Диаметр проволок определяют, отгибая их концы в месте обрыва. В случае обнаружения в канате оборванной пряди его бракуют.

Грузоподъемные устройства, сменные грузозахватные приспособления и тара должны содержаться в исправном состоянии, обеспечивающем безопасные условия их эксплуатации. К управлению грузоподъемными устройствами, применяемыми при выполнении ремонтных работ, могут быть допущены слесари только после соответствующего инструктажа и проверки навыков управления устройством.

При выполнении грузоподъемных работ следует соблюдать следующие правила:

- не производить резкого торможения перемещаемого груза;

- при перемещении грузов не переключать на обратный ход грузоподъемное устройство, переключение производить только в момент остановки перемещения груза;
- в нерабочее время подъемно-транспортное устройство должно находиться в положении, исключающем его пуск посторонними лицами;
- не допускается подъем груза, масса которого превышает грузоподъемность механизма;
- груз, подлежащий подъему, должен быть тщательно очищен;
- центр грузоподъемного крюка должен находиться на одной вертикальной линии с центром тяжести поднимаемого груза;
- стальные канаты, стропы и грузозахватные приспособления следует смазывать не реже одного раза в десять дней специальной канатной смазкой или солидолом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему целесообразно изготавливать стропы из канатов?
2. От чего зависит выбор конструкции грузозахватного устройства?
3. Почему в процессе подъема и перемещения груза необходимо следить за его положением?
4. От чего зависит периодичность испытаний грузоподъемных устройств?

ИСПЫТАНИЕ, ОТДЕЛКА И УПАКОВКА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

10.1. ИСПЫТАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

По окончании сборки необходимо определить ее качество: точность сборки отдельных узлов, их взаимное положение и перемещение; жесткость отдельных узлов оборудования.

Виды испытания оборудования. Испытания готового оборудования подразделяются на три вида: приемочные, контрольные и специальные.

Приемочные испытания проводятся в целях выявления правильности взаимодействия отдельных деталей и сборочных единиц, производительности, расходования масла и т. д. Показателями неудовлетворительной работы оборудования являются перерасход топлива, нагрев подшипников, стук и шум в отдельных сборочных единицах и быстрое изнашивание некоторых деталей.

Контрольные испытания (повторные испытания оборудования) проводят в том случае, когда в результате приемочных испытаний были выявлены недостатки в работе оборудования и проводились работы по их устранению.

Специальные испытания (проверка оборудования и отдельных его узлов) осуществляют на специальных стендах, которые оборудованы необходимыми приборами, нагрузочными устройствами и трубопроводами. Специальные испытания проводят в двух режимах: на холостом ходу и под нагрузкой.

Испытания на холостом ходу позволяют проверить взаимодействие частей оборудования и приработку отдельных его деталей. Оборудование устанавливают на стенде и приводят в движение сначала на малых скоростях, наблюдая за работой отдельных его частей, смазочной системы и состоянием трущихся деталей. Постепенно скорость перемещения исполнительных узлов оборудования увеличивают до номинальных значений. Если оборудование работает нормально, то испытания заканчивают.

Испытания под нагрузкой проводят в целях проверки эксплуатационных технических качеств оборудования. Во время испытаний наблюдают за температурой охлаждающей жидкости, давлением в смазочной системе, расходом топлива и т.д. Нагрузку в процессе испытаний изменяют при помощи тормозного устройства, доводя ее значение до номинального. Какие-либо незначительные дефекты, обнаруженные в процессе испытания под нагрузкой, по возможности устраняют непосредственно на стенде. Более существенные дефекты ликвидируют на специальном ремонтном стенде. После устранения дефектов оборудование возвращают на повторные испытания.

Испытания технологического оборудования (на примере токарного и консольно-фрезерного станков). Начинают испытания с проверки оборудования на геометрическую точность и по результатам испытаний оценивают соответствие геометрической точности станка требованиям технической документации.

Проверка геометрической точности токарного станка. В узлах и механизмах токарного станка необходимо проверить следующие параметры: прямолинейность и параллельность направляющих, радиальное и осевое биение шпинделя, параллельность оси шпинделя направляющим станины, параллельность перемещения пиноли задней бабки направляющим станины, совпадение осей отверстий шпинделя и пиноли задней бабки.

Контроль прямолинейности направляющих в вертикальной плоскости и их параллельности осуществляют, устанавливая на них универсальный измерительный мостик.

Устройство приспособления и порядок выполнения контрольных операций подробно описаны в гл. 7.

Контроль радиального и осевого биения шпинделя выполняется при помощи индикатора часового типа, который устанавливают в индикаторной стойке, размещенной либо на направляющих станины, либо в резцедержателе станка. В шпинделе станка устанавливают эталонную деталь, в контакт с которой вводят измерительный наконечник индикатора. Затем шпиндель проворачивают вручную и по отклонению стрелки индикатора определяют величину радиального и осевого биения. В качестве эталонной детали может быть использован жесткий центр.

Проверка параллельности оси шпинделя направляющим станины осуществляется при помощи индикатора часового типа, установленного в стойке, закрепленной в резцедержателе станка. В коническое отверстие шпинделя уста-

навливают эталонный вал длиной 350 мм. Измерительный накопчик индикатора вводят в контакт с образующей эталонного вала и, перемещая суппорт станка, определяют отклонение от параллельности оси шпинделя направляющим станины. Измерения ведут в двух плоскостях: вертикальной и горизонтальной.

Параллельность перемещения пиноли задней бабки направляющим станины проверяют при помощи индикатора часового типа, установленного на стойке, закрепленной в резцедержателе станка. Пиноль задней бабки выдвигают из корпуса на 100 мм, предварительно введя в контакт с ее образующей поверхностью измерительную ножку индикатора, по разности показаний индикатора при перемещении пиноли определяют величину отклонения параллельности этого перемещения направляющим станины. Контроль осуществляется в двух плоскостях: вертикальной и горизонтальной.

Совпадение осей отверстий шпинделя и пиноли задней бабки проверяют, устанавливая в эти отверстия жесткие центры, между которыми закрепляют эталонный вал. Величину отклонения определяют по индикатору, установленному на стойке, закрепленной в резцедержателе станка.

Проверка геометрической точности консольно-фрезерного станка. При контроле геометрической точности консольно-фрезерного станка проверке подлежат плоскостность рабочей поверхности стола, радиальное биение оси конического отверстия шпинделя, радиальное биение наружной цилиндрической посадочной поверхности переднего конца шпинделя, параллельность рабочей поверхности стола направлению его продольного перемещения, параллельность рабочей поверхности стола направлению его поперечного перемещения, параллельность оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола (для горизонтальных консольно-фрезерных станков), параллельность направляющих хобота оси вращения шпинделя (для горизонтальных консольно-фрезерных станков), перпендикулярность оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола (для вертикальных консольно-фрезерных станков), перпендикулярность поверхности стола направлению вертикального перемещения консоли.

Плоскостность рабочей поверхности стола оценивают, размещая на ней две калиброванные плитки одинаковой высоты, на которые устанавливают поверочную линейку. Плитки, а соответственно, и линейку располагают в различных направлениях (не менее трех). Расстояние от линейки до поверхности стола в каждом ее положении измеряют не менее чем в трех точках при

помощи блока концевых мер длины и щупа, определяя отклонение от плоскостности.

Радиальное биение оси конического отверстия шпинделя проверяют, устанавливая в отверстия шпинделя эталонную оправку длиной 300 мм. Контроль осуществляется при помощи индикатора часового типа, установленного в стойке, размещенной на столе станка. Измерения производят в двух точках: у торца шпинделя и у свободного конца оправки.

Радиальное биение наружной цилиндрической посадочной поверхности переднего конца шпинделя контролируют, устанавливая на столе станка индикаторную стойку с индикатором часового типа, вводя измерительный наконечник индикатора в контакт с проверяемой поверхностью. Шпиндель станка проворачивают и по разности предельных отклонений стрелки отсчетного устройства индикатора оценивают величину радиального биения.

Параллельность рабочей поверхности стола направлению его продольного и поперечного перемещения оценивают, устанавливая в шпинделе станка специальную оправку с индикатором часового типа, измерительный наконечник которого приводят в соприкосновение с рабочей поверхностью стола. Параллельность поверхности стола направлениям его перемещения определяют по отклонению стрелки индикатора. Перемещения стола при этом должны производиться на всю длину его хода. При контроле параллельности при продольном перемещении стола необходимо застопорить перемещение консоли и салазок станка, а при контроле параллельности при поперечном перемещении стопорят перемещение консоли и стола станка.

Параллельность оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола (для горизонтальных консольно-фрезерных станков) проверяют при помощи индикатора часового типа, устанавливаемого в специальной оправке, размещенной в коническом отверстии шпинделя. Стопорят консоль на направляющих станины и перемещают стол в продольном и поперечном направлениях, оценивая по разности предельных отклонений стрелки отсчетного устройства индикатора параллельность оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола. Измерения повторяют, поворачивая шпиндель с установленной в нем оправкой на 180° .

Параллельность направляющих хобота оси вращения шпинделя (для горизонтальных консольно-фрезерных станков) проверяется при помощи индикатора, размещенного в

приспособлении, устанавливаемом на направляющих хобота. В коническое отверстие шпинделя устанавливают контрольную оправку, в контакт с которой вводят измерительный наконечник индикатора и, перемещая приспособление, по направляющим хобота по предельным отклонениям стрелки отсчетного устройства индикатора определяют отклонение от параллельности направляющих хобота оси вращения шпинделя. Измерения производят поочередно в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Перпендикулярность оси вращения шпинделя и рабочей поверхности стола (для вертикальных консольно-фрезерных станков) контролируется индикатором, установленным в специальном приспособлении, которое закрепляется в шпинделе станка. Измерительный наконечник индикатора приводят в соприкосновение с поверхностью стола, который перемещают в продольном и поперечном направлениях на всю длину хода. При перемещении стола консоль и салазки должны быть застопорены. По предельным отклонениям стрелки измерительного устройства индикатора оценивают соответствие перпендикулярности оси вращения шпинделя относительно рабочей поверхности стола требованиям технических условий.

Перпендикулярность поверхности стола направлению вертикального перемещения консоли оценивается при помощи индикатора, устанавливаемого в специальной стойке, размещенной в шпинделе станка. На столе станка устанавливают угольник (сначала вдоль, а затем — поперек стола). В контакт с вертикальной полкой угольника вводят измерительный наконечник индикатора. Салазки и стол станка стопорят, а консоль перемещают по направляющим станины, фиксируя предельные отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора, по которым определяют соответствие перпендикулярности поверхности стола направлению вертикального перемещения консоли требованиям технических условий.

Испытания оборудования на холостом ходу. В ходе испытаний проверяют взаимодействие основных узлов и механизмов оборудования при его работе. При проведении этих испытаний скорости узлов и механизмов постепенно увеличивают до номинальных значений; контролируют состояние трущихся пар (подшипники, направляющие, зубчатые редукторы).

Рассмотрим последовательность выполнения работ на примере испытаний токарного станка.

Прежде чем приступить к проведению испытаний, необходимо залить масло в коробки скоростей и подач, фартук станка и масля-

ный бак смазочной системы станка, а также заправить маслом точки ручного смазывания в соответствии с картой смазывания. После смазывания следует опробовать работу органов управления станком вручную, перемещая суппорт станка в продольном и поперечном направлениях. Затем на коробке скоростей устанавливают минимальную частоту вращения шпинделя, включают привод главного движения и производят обкатку коробки скоростей в течение 30...40 мин. Затем на коробке подач устанавливают минимальную подачу и, включив механизм автоматической подачи, перемещают суппорт станка в различных направлениях в течение 30...40 мин. После работы на холостом ходу привода главного движения и привода подач производят замену масла в смазочной системе станка.

На следующем этапе испытаний изменяют частоту вращения шпинделя, переключая зубчатые блоки коробки скоростей, и измеряют при помощи тахометра фактическую частоту вращения шпинделя. На максимальной частоте вращения шпинделя коробку скоростей обкатывают до тех пор, пока температура подшипников (измеряется при помощи термометра) не перестанет увеличиваться (время обкатки коробки скоростей должно быть не менее 30 мин).

После обкатки коробки скоростей переходят к определению фактических перемещений суппорта станка на всех диапазонах подач при минимальной частоте вращения шпинделя (отсчет перемещений ведется по лимбу станка, а времени — по секундомеру). Затем проверяют температуру подшипников (измеряется при помощи термометра). На заключительном этапе испытаний проверяют:

- величину холостого хода ходовых винтов продольной и поперечной подач (по лимбам станка);
- торцевое и радиальное биение шкивов ременной передачи (при помощи индикатора, установленного на стойке);
- натяжение ремней и надежность работы фрикционной муфты реверса; работу системы охлаждения и смазочной системы;
- надежность работы защитных устройств (кожух шпинделя, кожух ременной передачи, защитный экран).

По результатам проведенных испытаний делают вывод о качестве сборки станка.

После испытаний на холостом ходу, прежде чем приступить к испытанию оборудования под нагрузкой, следует проверить его на жесткость.

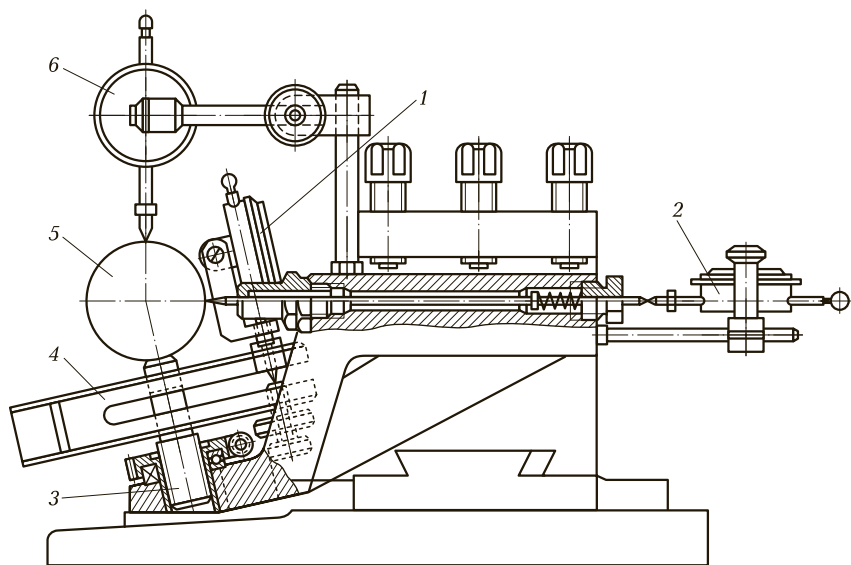


Рис. 10.1. Проверка станка на жесткость:

1, 2, 6 — индикаторы; 3 — нагрузочный винт; 4 — динамометр; 5 — оправка

Проверка оборудования на жесткость. Порядок проведения проверки оборудования на жесткость рассмотрим на примере токарного станка. Жесткость станка проверяют при помощи специального приспособления (рис. 10.1), которое устанавливают в суппорте станка, а в жестких центрах, размещенных в шпинделе станка и пиноле задней бабки, устанавливают оправку 5, размеры которой должны соответствовать данным, указанным в табл. 10.1.

Вращая нагрузочный винт 3, воздействуют на оправку 5 через динамометр 4 с усилием, указанным в табл. 10.1 (величина усилия пропорциональна отклонению стрелки индикатора 1). По индикаторам 6 и 2 определяют величину отжатия оправки и, сравнивая ее с допускаемыми величинами, указанными в табл. 10.1, делают заключение о жесткости станка.

Испытание оборудования под нагрузкой. При испытаниях под нагрузкой контролю подлежат частота вращения, развиваемая мощность, расход энергии, давление масла в смазочной системе и системе гидравлического привода. В процессе испытаний ведется наблюдение за работой отдельных узлов оборудования. Все контролируемые параметры фиксируют.

Таблица 10.1. Параметры испытания станка на жесткость

Параметр	Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм			
	250	320	400	500
Расстояние от точки приложения силы до резцедержателя, мм	38	50	50	67
Расстояние от точки приложения силы до торца корпуса задней бабки, мм	95	115	140	170
Диаметр оправки в точке приложения силы, мм	35	40	40	40
Расстояние от точки приложения силы до торца шпинделя, мм	55	70	90	100
Прилагаемое усилие, Н	2 800	4 000	5 600	8 000
Допускаемое отжатие, мм	0,13	0,16	0,20	0,27

Прежде чем приступить к испытанию оборудования под нагрузкой, например, токарного станка, производят его проверку на точность обработки.

В патроне токарного станка закрепляют заготовку диаметром 50 мм и длиной 200 мм, обрабатывают ее в соответствии с чертежом и проверяют образец на отклонение от круглости и цилиндричности, отклонение от конусности не должно превышать 6 мкм, а отклонение от цилиндричности — 10 мкм на 100 мм длины обработанного образца. Затем в патрон токарного станка устанавливают заготовку диаметром 200 мм и длиной 50 мм, обрабатывают ее торец и проверяют отклонение от перпендикулярности относительно оси шпинделя, которое не должно превышать 10 мкм на длине 100 мм.

После проверки станка на точность приступают к испытаниям станка под нагрузкой, настраивая коробку скоростей станка на частоту вращения шпинделя 500 мин^{-1} , а коробку подач — на подачу 0,5 мм/об. Затем в патроне станка закрепляют заготовку (материал — сталь 45) диаметром 60 мм и длиной 120 мм, а в резцедержатель устанавливают резец проходной отогнутый правый с углом в плане 45° (материал рабочей части — Т5К10). Включают привод главного движения и производят обработку цилиндрической поверхности заготовки с глубиной резания 5 мм вручную. Далее величину подачи увеличивают до 0,6 мм/об и вновь обраба-

тывают заготовку с глубиной резания 8 мм, после чего обработку вновь повторяют, но частоту вращения шпинделя увеличивают до 800 мин^{-1} . При каждом режиме испытаний необходимо определять фактическую частоту вращения шпинделя, используя для этого тахометр, давление масла в смазочной системе и температуру жидкости, выходящей из зоны резания.

В процессе испытаний наблюдают за уровнем шума в узлах и механизмах, а после окончания испытаний определяют при помощи термомпары температуру подшипников.

По результатам проведенных испытаний делают заключение о соответствии станка требованиям технических условий.

Выявленные в ходе испытаний дефекты по возможности следует устранить на месте испытаний. При обнаружении сложных неисправностей, устранение которых на месте испытаний не представляется возможным, оборудование следует передать на ремонтный стенд. После удаления всех выявленных неисправностей необходимо провести повторные испытания.

Испытание компрессоров. Порядок испытания компрессоров зависит от их конструкции: поршневые или центробежные.

Испытание поршневых компрессоров следует начинать с обкатки компрессора в течение не менее 2 ч. После обкатки испытания проводят в два этапа: на холостом ходу и под нагрузкой. Под нагрузкой вместе с компрессором подвергают испытаниям системы контроля, сигнализации и защиты, автоматического управления.

Перед началом испытания проводят пробный пуск компрессора, как правило, со снятыми клапанами. Перед пробным пуском необходимо проверить уровень масла в смазочной системе и заполнить систему охлажденной компрессорной водой. Подачу масла ко всем точкам смазывания проверяют, включая масляные насосы.

При пробном пуске определяют направление вращения коленчатого вала компрессора, производя кратковременное (20...30 с) включение. После определения направления вращения коленчатого вала (при его совпадении с заданным) выполняют повторный пуск компрессора, доводя частоту вращения коленчатого вала до номинального значения и отслеживая по показаниям манометра давление в смазочной системе. При нормальной смазке и отсутствии неисправностей компрессор не отключают в течение 5 мин, а затем, после его остановки, проверяют степень нагрева подшипников коренных и шатунных шеек коленчатого вала, прочность крепления движущихся частей и сохранность резьбовых соедине-

ний в шатунном блоке. Если в период контрольного испытания компрессора не было отмечено резкого стука, шума и перегрева, его вновь включают сначала на 30 мин, затем на 1 ч.

При положительном результате проведенных испытаний осматривают масляный фильтр, очищают его от грязи, промывают керосином и после этого, установив фильтр на место, обкатывают компрессор в течение 8...10 ч. После обкатки очищают маслосборники, фильтрующие элементы смазочной системы и выполняют продувку сжатым воздухом всех ступеней компрессора (время продувки каждой ступени не менее 2 ч). После очистки смазочной системы проводят замену масла.

Испытание компрессора под нагрузкой выполняется при рабочем давлении тех газов, для перекачки которых он предназначен (воздух, азот и др.). Нагрузку при испытании увеличивают поэтапно в соответствии с Инструкцией по эксплуатации компрессора. При поэтапном повышении нагрузки проводится контроль работы компрессора. Особого внимания при контроле требуют смазочная система, клапаны, штоки, сальниковое уплотнение. Наряду с этим контролируют температуру и давление газа на каждой из ступеней компрессора, температуру сопрягаемых поверхностей кривошипно-шатунного механизма, температуру и объем подаваемой воды в систему охлаждения, плотность трубопроводных соединений и температуру электрического двигателя привода компрессора. В процессе испытания компрессора под нагрузкой необходимо следить за появлением сверхнормативных шумов, стука, вибраций во всех его частях, своевременно выявлять и устранять причины данных отклонений.

Испытание центробежных компрессоров проводят только под нагрузкой. Перед началом испытания необходимо прокачать через компрессор масло в таком количестве, чтобы масло при поступлении в масляный бак не содержало посторонних примесей (наличие примесей определяют лабораторным путем). После прокачивания масла маслопровод присоединяют к подшипниковым узлам компрессора, устанавливая дроссельные устройства. Далее подключают масляный насос и проверяют поступление масла к зубчатому редуктору, муфтам и подшипниковым узлам.

Перед началом испытания закрывают линию всасывания, оставляя открытой линию нагнетания (для обеспечения выброса воздуха в окружающую среду). Включают вращение ротора и после достижения им проектной частоты постепенно открывают задвижку всасывающего трубопровода. При нормальной работе компрессора время его испытания под нагрузкой составляет при-

близительно 8 ч. В процессе испытания особое внимание уделяют проверке системы противопомпажной защиты; осевого смещения редуктора; автоматического регулирования подачи воздуха; блокировки и сигнализации.

По окончании испытания нагрузку постепенно снижают, перекрывая задвижку на всасывающей магистрали. После включения вспомогательного маслонасоса и отключения основного электрического двигателя задвижку на всасывающей магистрали перекрывают полностью, одновременно открывая задвижку на линии сброса воздуха. Затем перекрывают подачу воды для охлаждения и после остановки ротора компрессора выключают вспомогательный масляный насос.

Испытание оборудования сталелитейных цехов. Испытание конвертеров начинают с проверки на холостом ходу (обкатки), а после футеровки переходят к испытанию конвертера под нагрузкой.

Испытания на холостом ходу начинают с контрольной проверки привода конвертера: корпус конвертера сначала поворачивают в разные стороны на 45° с минимальной скоростью, далее угол поворота в одну и другую сторону увеличивают до 360° . Такие повороты проводят не менее трех раз на минимальной и максимальной скоростях с остановкой привода. В процессе обкатки наблюдают за работой привода, редуктора, подшипниковых опор, тормозов и составных валов. Разность температуры нагрева подшипников и окружающей среды не должна превышать 65°C . Продолжительность испытаний на холостом ходу составляет приблизительно 2 ч.

После испытания на холостом ходу конвертер передают на участок футеровки.

После завершения футеровки проверяют невозможность самопроизвольного возвращения конвертера в исходное положение, т. е. его уравнищенность. Контроль производится при отключенном и расторможенном приводе.

Испытание конвертера по нагрузкой осуществляется при заторможенном конвертере, при этом масса груза, находящегося в конвертере, должна соответствовать проектной емкости, т. е. массе жидкого металла.

В процессе испытания конвертер поворачивают в разные стороны на угол 120° не менее трех раз. При повороте конвертера в процессе испытания его периодически (каждые $7 \dots 12^\circ$) останавливают, проверяя тем самым качество работы тормозной системы, которая должна обеспечивать надежное удерживание конвертера в любом положении.

При проведении испытания под нагрузкой необходимо обращать внимание на работу редукторов, реечного зацепления, звездочек, соединительных муфт, тормозных устройств и плавность перемещения подвижных частей установки.

Испытание миксеров осуществляется на холостом ходу, а после футеровки миксер испытывают под нагрузкой.

Испытание миксера на холостом ходу проводят путем десятикратного поворота его корпуса в одну и другую сторону в пределах полного угла наклона. Поворот осуществляется на пониженных и номинальных скоростях с краткими остановками в положениях, определенных техническими условиями.

После испытания на холостом ходу миксер футеруют и после этого проводят его испытание под нагрузкой.

Испытание миксера под нагрузкой сводится к его трех-, четырехкратному повороту в одну и другую сторону с остановками в промежуточных положениях. Углы поворота до возможных промежуточных положений миксера указываются в технических условиях. При испытании проверяют работу смазочной системы, соединений составных валов (муфт), тормозных устройств и реечной передачи.

Испытание электроплавильных и ферросплавных печей заключается в контроле работы механизмов наклона и вращения печи, подъема заслонок рабочих окон, подъема и поворота свода, зажима и перемещения электродов.

Испытание механизма наклона сводится к проверке правильности зацепления шипов на секторах люльки с отверстиями в фундаментных болтах (при этом одна из балок крепления не должна быть подлита бетонной смесью). Проверка заключается в трехкратном наклоне люльки на угол 45° в сторону слива и на угол 15° в обратную сторону. При удовлетворительном результате такой проверки балку подливают бетонной смесью и приступают к футеровке печи.

После футеровки печи и монтажа на люльке вспомогательного оборудования приступают к выполнению контрольных наклонов люльки в каждую сторону с регулированием при этом тормозных устройств и настраиванием командного аппарата на заданные проектом положения.

Испытание механизма поворота печи производят, поворачивая ее в каждую сторону от нейтрального положения на угол, заданный в технических условиях. Выполняют три контрольных поворота печи до ее футеровки и семь поворотов после создания футеровочного слоя.

Испытание механизма подъема свода проводят с одним и двумя приводами, поднимая и опуская свод печи в каждом случае пять раз, в процессе испытания сравнивают нагрузку при раздельной и совместной работе двигателей.

Испытание механизма поворота свода печи сводится к пятикратному повороту тумбы на заданный угол с проверкой при этом прилегания роликов к рельсам, работы привода стопора, конечных выключателей. По результатам испытания проводят регулирование командоаппарата.

Испытание механизма зажима электродов заключается в проверке соответствия требованиям инструкции работы пневматического привода и надежности пружинных зажимных устройств.

Испытание механизма перемещения электродов сводится к отслеживанию соответствия требованиям инструкции плавности перемещения электродов с одновременным регулированием положения конечных переключателей и настройкой командоаппарата.

Испытание вспомогательного оборудования механических и сборочных цехов. Испытание ленточных конвейеров осуществляется на холостом ходу и под нагрузкой. Перед началом испытания все подвижные узлы должны быть ограждены защитными кожухами и сетками.

Первым этапом является испытание ленточных конвейеров без нагрузки — на холостом ходу, когда проверке подлежат точность установки роликовых опор; величина и плавность хода натяжной ленты; работа электрических двигателей и редукторов; положение конвейерной ленты на барабанах и роликах в процессе ее движения; работа тормоза и стопорного зажима разгрузочной тележки; герметичность уплотнений и соединений. Продолжительность испытания конвейера (обкатка) — не менее 4 ч. В течение этого времени привод должен работать плавно, без вибраций и шума, температура нагрева подшипниковых опор за время испытания не должна превышать 50 °С.

Испытание ленточных конвейеров под нагрузкой проводят после их монтажа на месте постоянной работы в процессе проведения пусконаладочных работ. Размещают на конвейере груз массой, соответствующей максимально допустимой по техническим условиям.

Испытание мостовых кранов. Испытания осуществляются в полном объеме, предусмотренном Правилами технического освидетельствования подъемно-транспортного оборудования, которые заключаются в осмотре, статическом и динамическом испытании,

проводимом в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Перед началом испытания проводят осмотр состояния металлоконструкций крана, проверяя сварные и заклепочные соединения на отсутствие трещин, деформаций, уменьшения толщины стенок вследствие коррозии. Выполняют регулирование механизмов, электрооборудования, приборов безопасности, тормозов, аппаратуры управления, сигнализации и освещения.

Испытание кранов начинают с проверки работы каждого механизма в отдельности.

Испытание механизмов подъемного крана проводят дважды: до закрепления каната и после установки механизма подъема. При испытании проверяют срабатывание концевых переключателей и блокировку механизма, а также срабатывание аварийного выключателя.

Испытание тележки мостового крана сводится к трехкратному ее перемещению, подъему и опусканию грузоподъемного крюка с минимальной и максимальной скоростями.

Испытание механизма передвижения крана проводят при двукратном его перемещении по участку, длина которого составляет не менее трех базовых расстояний между катками мостового крана.

Перемещение ходовых колес тележки и крана по направляющим рельсам должно происходить без перекоса и заедания.

Если по результатам испытаний мостовой кран соответствует требованиям, изложенным в Правилах эксплуатации, то приступают к регулированию его узлов.

Испытание тормозных устройств мостового крана тесно связано с их регулированием таким образом, чтобы при срабатывании устройства тормозной путь крана соответствовал скорости его передвижения.

Скорость передвижения крана, м/мин	40	55	70	85	100
Тормозной путь крана, м	0,4	0,7	1,2	1,75	2,5

После проведения испытаний отдельных механизмов крана и регулирования тормозных устройств переходят к испытанию крана на холостом ходу.

Испытание на холостом ходу начинают с проверки прочности крана и отдельных его элементов, для чего проводят статические и динамические испытания. Статические испытания проводят под нагрузкой, превышающей номинальную в 1,25 раза.

Кран устанавливают над опорами подкрановых путей, при этом его грузовая тележка должна находиться в положении, при кото-

ром прогиб моста крана будет наибольшим. Испытание заключается в том, что закрепляют на грузовом крюке груз номинальной массы и, поднимая его на высоту 200... 300 мм, выдерживают в таком положении в течение 10 мин. После снятия груза определяют наличие или отсутствие остаточных деформаций моста крана. При наличии деформаций подкрановые пути заменяют профилем большего размера из нормального ряда размеров или устанавливают под них дополнительную опору. При отсутствии остаточных деформаций моста крана переходят к динамическим испытаниям.

При динамических испытаниях проверяют работу каждого механизма крана в отдельности при нагрузке, превышающей номинальную на 10 %. При этом необходимо, чтобы за время испытания каждый механизм совершил три цикла движения.

На заключительном этапе испытания проверяют работу мостового крана при одновременном движении всех его механизмов.

10.2. ВНЕШНЯЯ ОКРАСКА И ОТДЕЛКА ОБОРУДОВАНИЯ

Окраска и отделка оборудования является заключительной и весьма трудоемкой операцией общей сборки. Прежде чем приступить к окраске и отделке оборудования, необходимо произвести подготовку поверхностей деталей для выполнения этих операций.

Подготовка деталей оборудования под окраску. Поверхности деталей оборудования перед окраской подвергают механической или химической очистке. Механическую очистку осуществляют с помощью дробеметных или пескоструйных аппаратов, пневматических молотков, пневматических или электрических шлифовальных машин, механических щеток. Химическую очистку производят при помощи растворов для травления, обезжиривания, фосфатирования в ваннах с паровым или с электрическим нагревом. После очистки детали оборудования промывают в моечных машинах, которые в ряде случаев оснащают сушильными камерами.

Окраска оборудования. Окраска предохраняет оборудование от коррозии и придает ему декоративный вид. Процесс окраски состоит из грунтования, шпатлевки и окрашивания поверхностей, сушки и отделки окрашенных поверхностей.

Грунтование и шпатлевка поверхностей. Грунт наносят на подготовленную поверхность для обеспечения прочного сцепления с ней последующего покрытия. Применяют масляные, битумно-масляные, нитроразбавляемые и водоразбавляемые грунты.

Загрунтованную поверхность подвергают шпатлевке. Толщина слоя шпатлевки должна быть минимальной, при большой толщине слоя снижается прочность покрытия. Наибольшее распространение в машиностроении получили лако масляные и быстровысыхающие нитрошпатлевки. Неровности зашпатлеванной поверхности удаляют шлифованием механизированным инструментом.

Окрашивание поверхностей. Для окрашивания применяют масляные или эмалевые краски и лаки, нанося их на поверхности в один или в несколько слоев. Эмалевые краски подразделяют на масляные, нитро- и спиртовые эмали.

В зависимости от конкретных условий производства применяют различные способы окрашивания: вручную; распылением; окутанием; обливанием; в барабанах, колоколах, автоматах и других специальных установках.

Ручное окрашивание не требует предварительной защиты участков поверхности, не подвергающейся окрашиванию, но такая окраска малопроизводительна ($10 \dots 12 \text{ м}^2/\text{ч}$) и неудобна при работе с быстровысыхающими материалами. Потери краски при этом методе составляют до 5 %. Применяют ручное окрашивание в условиях единичного производства. При тщательном его выполнении получают достаточно качественное покрытие.

Окрашивание распылением отличается от ручного большей производительностью и может применяться для нанесения защитных и декоративных покрытий на изделия различных габаритных размеров. Этот метод позволяет наносить быстровысыхающие лакокрасочные материалы (нитролаки и нитроэмали) с образованием ровного покрытия. Процесс распыления легко автоматизируется с помощью специальных установок и промышленных роботов. Различают механическое, воздушное и безвоздушное распыление и распыление в электростатическом поле.

При механическом распылении краска подается к форсункам насосом.

При воздушном распылении краска распыляется в струе сжатого воздуха и в виде «тумана» переносится на окрашиваемую поверхность. Производительность этого метода — $30 \dots 80 \text{ м}^2/\text{ч}$, а потери краски составляют 40... 50 %.

При безвоздушном распылении краска в нагретом до $90 \text{ }^\circ\text{C}$ состоянии под давлением $20 \dots 40 \text{ МПа}$ выбрасывается из сопла и распыляется. Этот метод позволяет применять более вязкие материалы, что сокращает расход растворителя и время сушки. Потери краски при этом составляют 25... 50 %, а производительность — до $200 \text{ м}^2/\text{ч}$.

При распылении в электростатическом поле краска подается распылителем и переносится на окрашиваемую поверхность металлического изделия, получающего положительный заряд от источника постоянного тока высокого напряжения (распылитель имеет отрицательный заряд). Потери краски составляют менее 5%. При использовании этого метода улучшаются условия труда, обеспечивается высокая производительность (до 50 м²/ч), а также возможность автоматизации процесса окрашивания.

Окрашивание окунанием используется, как правило, в серийном и массовом производстве. Этим методом окрашивают изделия простой формы и конструкции, окуная их в ванну и вынимая из нее. После стекания излишков краски изделие помещают в сушильную камеру. Одной из разновидностей этого метода окрашивания является метод электрофореза, который применяют в автоматизированном производстве. Сущность метода заключается в том, что окрашиваемые изделия помещают на цепной конвейер. На рабочем участке их подключают к положительному полюсу генератора и погружают в резервуар с водорастворимой краской. За 2 мин изделие покрывается слоем краски толщиной 45 мкм, не требующим последующей отделки. Условия работы безвредны для здоровья и пожаробезопасны.

Окрашивание обливанием применяют для крупногабаритных изделий с большой площадью поверхности, подлежащей окрашиванию. Этот метод может осуществляться как вручную, так и с использованием механизированного оборудования. При окрашивании обливанием изделие находится в парах растворителя определенное время, в течение которого краска растекается по поверхности ровным слоем. Покрытие получается гладким, без пор и равномерной толщины.

Окрашивание в барабанах, колоколах, автоматах и других специальных установках применяется в условиях массового производства. Этим методом окрашивают мелкие детали.

Сушка окрашенного оборудования. Сушка — это сложный химический процесс, состоящий из испарения растворителя и окисления или полимеризации пленки. Сушка в значительной степени определяет качество лакокрасочного покрытия. Различают естественную и искусственную сушку. Естественная сушка производится при температуре 18...25 °С в течение длительного времени. Искусственная сушка ускоряет процесс высыхания пленки и значительно улучшает качество покрытия. Существует несколько способов искусственной сушки:

- конвекционная, которая основана на нагреве окрашенного изделия горячим воздухом в специальных сушильных шкафах. Образующаяся при этом корка препятствует испарению растворителя, что удлиняет время сушки;
- лучистой энергией от рефлекторов, в которых в качестве источника тепловой энергии используют специальные лампы (производительность рефлекторной сушки в 3—5 раз превышает производительность сушки горячим воздухом);
- токами высокой частоты, применяемая только в условиях массового производства;
- терморегуляционная, основанная на поглощении инфракрасных лучей окрашенной поверхностью. Сушка лакокрасочного слоя в этом случае начинается с нижних слоев покрытия, в результате чего ускоряется испарение растворителя. Время сушки сокращается в 5—10 раз, а качество лакокрасочного покрытия повышается. В качестве источника излучения используют электрические лампы, имеющие форму сферических или параболических колб, внутренняя поверхность которых покрыта тонким слоем серебра, трубчатые электрические нагреватели (ТЭН) с алюминиевыми рефлекторами, в которых источником излучения является металлическая сетка, нагретая газовой горелкой или металлической спиралью.

Отделка окрашенных поверхностей. Отделка окрашенных поверхностей включает в себя лакирование, полирование и художественное оформление окрашенных поверхностей.

Лакирование повышает стойкость покрытия и придает ему блеск. Лаковое покрытие наносят в один или в несколько слоев. Блестящая поверхность при лакировании достигается за счет полирования лакового покрытия.

Полирование лакового покрытия осуществляется фетровыми кругами с применением специальных паст.

Художественное оформление предусматривает нанесение узких линий, рисунков и фабричных знаков.

10.3. КОНСЕРВАЦИЯ И УПАКОВКА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Достаточно часто машины и агрегаты поступают в эксплуатацию не сразу после сборки, причем продолжительность периода

до ввода в эксплуатацию может быть довольно значительной. Чтобы предохранить детали и сборочные единицы механизмов и агрегатов от коррозии, в этот период их подвергают консервации.

Консервация готовой продукции. Производят консервацию в помещениях с температурой не ниже 15 °С и не позднее 2 ч после подготовки поверхности к консервации. Влажность воздуха в помещении не должна превышать 70 %. Не допускается прерывать работу по консервации или проводить ее в запыленной зоне. Руки рабочих, выполняющих консервацию, должны быть защищены перчатками.

Подготовка к консервации. Прежде чем приступить к консервации, необходимо тщательно очистить от продуктов коррозии, пыли и других видов загрязнения поверхности деталей, сборочных единиц и узлов, подлежащих консервации, а затем обезжирить и просушить.

Следы коррозии удаляют мелкозернистой абразивной шкуркой, смоченной индустриальным маслом, с последующей протиркой сухой ветошью.

Обезжиривание поверхностей осуществляется водно-щелочными растворами или органическими растворителями. Выполняют обезжиривание с использованием кисти, бумажных салфеток или в специальных ваннах (для мелких изделий). Отдельные детали небольших и средних размеров рекомендуется промывать в моющих машинах или в баках.

После выполнения подготовительных работ приступают непосредственно к консервации.

Консервация. Различают два вида консервации: промежуточную и окончательную.

Промежуточная консервация осуществляется для защиты от коррозии деталей в процессе длительной сборки или их хранения в цехах до окончательной консервации и упаковки. Производится такая консервация трансформаторным или минеральным маслом при сроке хранения 7—10 дней или ингибиторной смазкой при хранении свыше 10 дней. Перед сборкой консервирующую смазку с поверхностей деталей удаляют бензином или уайт-спиритом.

Окончательная консервация заключается в следующем. Зубчатые передачи, расположенные внутри корпусных деталей, консервируют после их окончательной обкатки. Рабочее масло из узлов сливают, а в их полости заливают смазку, ингибированную маслом НГ-203 марки С или В. После работы механизма в течение 8...10 мин масло сливают.

Подшипники, ходовые винты, шабрённые поверхности, плоскости разъёма консервируют в процессе сборки смазкой ЦИАТИМ-201 или ЦИАТИМ-203.

Обработанные поверхности деталей, расположенные в труднодоступных местах, защищают в процессе сборки смазкой НГ-203, которую наносят тонким слоем толщиной 0,25...0,5 мм. Запасные части консервируют погружением на 2...3 мин в смазку НГ-203, которую предварительно нагревают до 30 °С.

Небольшие детали консервируют, заворачивая их в ингибиторную бумагу.

Качество смазки для консервации должно быть предварительно проверено в заводской лаборатории на соответствие требованиям стандартов и технических условий.

Упаковка готовой продукции. Упаковка машины или ее частей служит для предохранения от механических повреждений и атмосферных воздействий. Обычно для упаковки используют деревянные ящики, обитые внутри водонепроницаемой бумагой. Машины больших размеров отправляют потребителям в разобранном виде. При решении вопросов о разборке необходимо учитывать наличие подъемно-транспортных средств — собственных и у потребителя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные виды испытаний собранных агрегатов вы знаете?
2. В каких режимах производят специальные испытания?
3. Какие требования безопасности необходимо выполнять при испытании машин и агрегатов?
4. В чем заключается окончательная отделка машин после сборки?
5. С какой целью окрашивают машины и агрегаты?
6. Какие способы окрашивания вы знаете?
7. С какой целью подвергают консервации готовую продукцию?

УСТАНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТО ПОСТОЯННОЙ РАБОТЫ

11.1. СПОСОБЫ УСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТО ПОСТОЯННОЙ РАБОТЫ

Тяжелые машины и оборудование устанавливают на фундамент, который может служить или только основанием, т.е. опорной частью оборудования, или быть жестко с ним связанным, обеспечивая оборудованию дополнительную устойчивость и жесткость.

Типы фундаментов и их назначение. Фундамент представляет собой бетонную, бутовую или кирпичную кладку, закрепляемую в грунте. Назначение фундамента — воспринимать нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации оборудования. Кроме того, фундамент обеспечивает быструю, точную и надежную установку оборудования на рабочем месте. Площадь фундамента, его габаритные размеры и масса определяются соответственно опорной площадью, габаритными размерами и массой устанавливаемого на нем оборудования.

При установке оборудования на фундамент необходимо руководствоваться соответствующими инструкциями, монтажными чертежами, техническими условиями.

Для изготовления фундаментов используют бетон, железобетон, кирпичную кладку и бутовую заливку. В зависимости от способа изготовления различают сборные, сборно-монолитные и монолитные фундаменты.

В зависимости от конструкции фундаменты под установку промышленного оборудования могут быть ленточными, рамными, сплошными и массивными.

Ленточные фундаменты применяют для установки оборудования средней тяжести, которое в процессе эксплуатации не испытывает больших динамических нагрузок (например, роликовые и ленточные конвейеры, металлорежущие станки и автоматические линии, оборудование для деревообработки).

Рамные фундаменты представляет собой жесткую раму, опорные стойки которой установлены в специальные гнезда, выполненные в опорной плите, и жестко заделаны в ней, например, залиты бетоном. Площадка, на которой устанавливается оборудование, образована горизонтальными элементами рамы.

Сплошные фундаменты располагаются под всей площадью цеха; они представляют собой монолитную плиту или могут иметь коробчатую форму. Такие фундаменты применяют при установке оборудования легкого типа, не создающего в процессе эксплуатации значительных динамических нагрузок (например, насосы, вентиляторы, универсальное металлорежущее оборудование, компрессоры малой и средней мощности и т.п.).

Массивные фундаменты представляют собой бетонный или железобетонный массив, форма и габаритные размеры которого соответствуют габаритным размерам и очертанию опорной части оборудования, устанавливаемого на нем. В массиве фундамента предусматривают специальные отверстия и выемки для размещения и крепления частей оборудования, а также для доступа к его отдельным узлам и механизмам в процессе эксплуатации. Массивные фундаменты могут быть двух типов: подвальные и бесподвальные. Наибольшее распространение получили массивные фундаменты бесподвального типа, так как они проще в изготовлении и, соответственно, дешевле.

Бесподвальные массивные фундаменты применяют для оборудования, которое устанавливают на отметке чистого пола первых этажей промышленных зданий.

Подвальные массивные фундаменты имеют систему технологических подвалов, предназначенных для обслуживания оборудования в процессе эксплуатации.

Массивные фундаменты как подвального, так и бесподвального типа применяют для установки тяжелого оборудования, испытывающего большие динамические нагрузки (например, прокатные станы, кузнечно-прессовое оборудование).

Установка оборудования на фундамент. В зависимости от того, как связано оборудование с фундаментом, различают следующие варианты его установки: с креплением к фундаменту, без крепления на фундаменте, с виброизоляцией.

Установка оборудования с креплением к фундаменту. По характеру соединения опорных элементов корпусной детали с фундаментом различают следующие виды установки оборудования: с опорой на пакет прокладок (рис. 11.1, а), с использованием опорных башмаков (рис. 11.1, б), с использованием бетонных опор

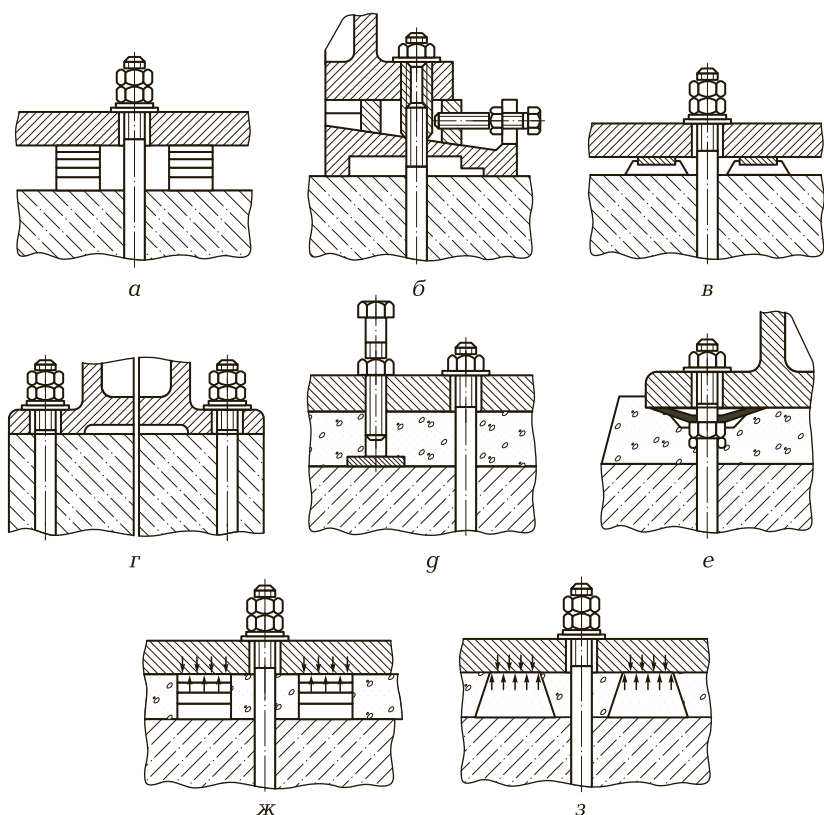


Рис. 11.1. Основные конструкции стыка корпусная деталь—фундамент: а — с местной опорой на пакет прокладок; б — на опорные башмаки; в — на бетонные опоры; г — непосредственно на фундамент; д — со сплошной опорой на бетонную подливку с временной установкой при выверке на отжимных винтах; е — на установочных гайках; ж, з — со смешанной опорой на подливку и опорные элементы

(рис. 11.1, в), непосредственно на фундамент (рис. 11.1, г) (все эти виды установки оборудования применяют в тех случаях, когда требуется частое регулирование его положения и перестановка в процессе эксплуатации); со сплошной опорой на бетонную подливку с использованием для предварительной выверки положения оборудования временной установки отжимных винтов (рис. 11.1, д) или установочных гаек (рис. 11.1, е) (используют этот вариант для установки оборудования в тех случаях, когда требуется повышенная жесткость и надежность его закрепления на фундаменте); со смешанной опорой на подливку и опорные элементы (рис. 11.1, ж, з).

Так устанавливают оборудование, которое необходимо закреплять на фундаменте до его подливки.

Закрепление оборудования на фундаменте. Основным способом закрепления оборудования на фундаменте является его крепление с помощью специальных фундаментных болтов.

Фундаментные болты, применяемые для закрепления оборудования на фундаменте, различают по конструкции, условиям эксплуатации и назначению, способам установки и закрепления на фундаменте.

Для фиксации положения оборудования на фундаменте и предупреждения его смещения под воздействием случайных нагрузок применяют малонагруженные, конструктивные фундаментные болты. Если в процессе эксплуатации оборудования возникают значительные нагрузки, то для его закрепления на фундаменте применяют силовые болты.

В зависимости от конструкции различают фундаментные болты изогнутые (рис. 11.2, а, б), с анкерной плитой (рис. 11.2, в), составные (рис. 11.2, г), съемные (рис. 11.2, г) и распорные (рис. 11.2, е) различных конструкций.

Устанавливают болты в специальных отверстиях, выполненных в фундаменте.

Упрощенные способы закрепления оборудования. В некоторых случаях для закрепления оборудования на фундаменте возможно применение обычных болтов или шпилек с использованием специальных закладных деталей (рис. 11.3, а, б).

Оборудование, которое в процессе эксплуатации требует частых перестановок, устанавливают, закрепляя его к лагам (рис. 11.3, в, г) или к силовым полам (рис. 11.3, г).

Закрепление легкого оборудования на фундаменте или полу с химически стойким покрытием осуществляется путем приклеивания эпоксидными клеями специальных крепежных деталей (рис. 11.3, е) или приклеиванием опорной поверхности оборудования через виброизолирующую прокладку (рис. 11.3, ж), или непосредственно к фундаменту или к полу (рис. 11.3, з).

Простое по конструкции оборудование, испытывающее в процессе эксплуатации незначительные нагрузки и имеющее корпус из сварных конструкций, можно закреплять на месте постоянной работы, заливая его в бетон.

Установка оборудования с использованием виброизоляции. Если в процессе эксплуатации оборудования необходимо уменьшить влияние возникающих при его работе динамических нагрузок на фундамент, пол или перекрытия, то установку производят

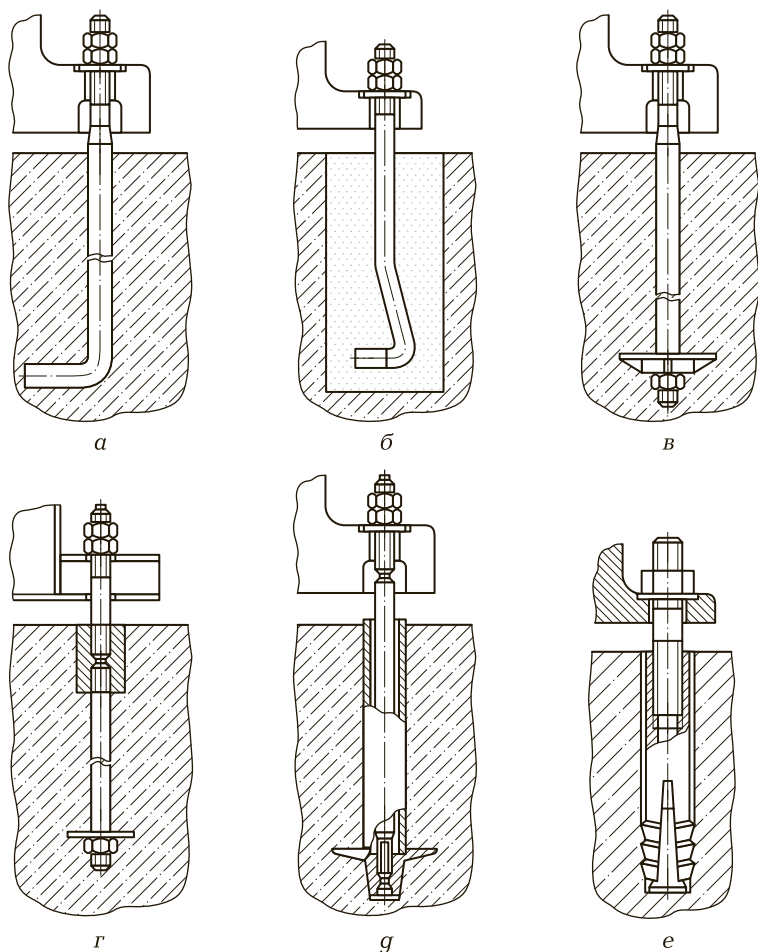


Рис. 11.2. Фундаментные болты:

а, б — изогнутые; в — с анкерной плитой; г — составные; д — съемные; е — распорные

на виброизолирующих опорах или на виброизолирующих ковриках. Этот метод установки применяют в тех случаях, когда необходимо изолировать оборудование в процессе его эксплуатации от внешних вибраций, передающихся от рядом расположенного оборудования или от проходящего транспорта.

Установленное с применением виброизоляции оборудование, как правило, не закрепляют. Применяемые для установки оборуду-

дования виброизолирующие опоры обладают различной жесткостью, которая выбирается исходя из массы оборудования. Места расположения виброизолирующих опор на полу или на фундаменте должны быть зачищены и выровнены.

При установке оборудования на виброизолирующие опоры их обычно прикрепляют к оборудованию на весу до установки на место постоянной работы.

После установки оборудования на фундаменте его положение выверяют, добиваясь равномерной нагрузки на опоры.

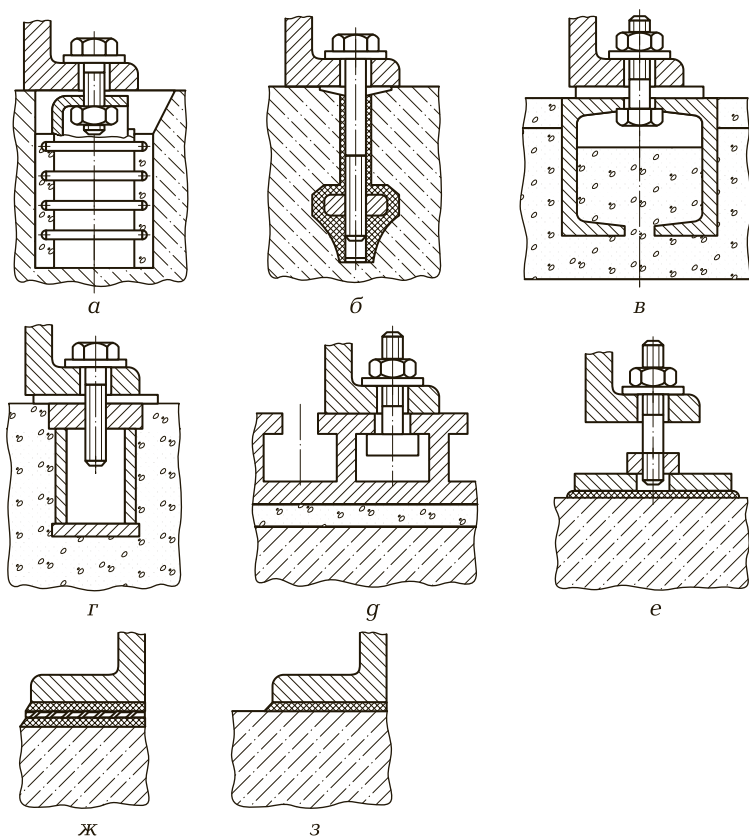


Рис. 11.3. Способы крепления оборудования:

а, б — к специальным закладным деталям; *в, г* — к лагам; *д* — к силовому полу; *е* — приклеиванием крепежной детали; *ж* — приклеиванием опорной поверхности через виброизолирующую прокладку; *з* — непосредственно приклеиванием опорной поверхности

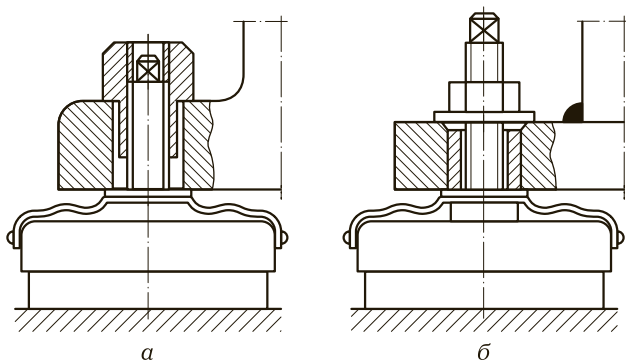


Рис. 11.4. Виброизолирующие опоры с креплением гайкой-втулкой (а) и фиксирующей втулкой (б)

Чтобы уменьшить колебания оборудования в горизонтальной плоскости, виброизолирующие опоры крепят с использованием гаек-втулок (рис. 11.4, а) или при помощи обычных гаек с фиксирующими втулками (рис. 11.4, б).

При использовании для установки оборудования виброизолирующих прокладок и ковриков их укладывают на тщательно выровненный в горизонтальной плоскости пол. При установке на виброизолирующие коврики регулирование положения оборудования осуществляют с помощью регулировочных устройств, устанавли-

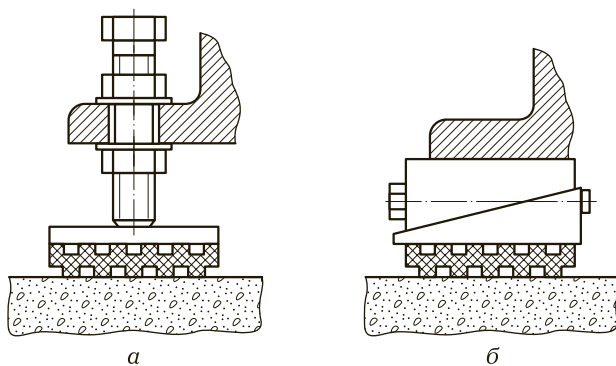


Рис. 11.5. Установка оборудования на виброизолирующих ковриках с использованием отжимных винтов (а) и регулируемых клиновых прокладок (б)

ваемых между опорной поверхностью оборудования и ковриком (рис. 11.5).

При использовании виброизолирующих опор и ковриков установка и регулирование оборудования в значительной степени упрощаются, что позволяет достаточно часто отказываться от использования фундаментов и устанавливать оборудование непосредственно на полу производственного помещения.

При установке оборудования на виброизолирующих опорах необходимо очистить пол на месте установки от пыли, грязи и масла и проверить его горизонтальность. После этого оборудование необходимо приподнять и установить на домкраты, прикрепить виброизолирующие опоры к станине так, чтобы проходной винт не упирался в крышку опоры (определяют по состоянию гофрированной пружины). Затем станок опускают на опоры и выставляют в горизонтальной плоскости, корректируя его положение регулировочным винтом, одновременно добиваясь равномерной нагрузки на опоры.

11.2. РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТЕ ПОСТОЯННОЙ РАБОТЫ

Регулирование — процесс выведения оборудования в положение, предусмотренное проектом. Положение оборудования регулируют в плане, по высоте и в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Регулирование положения оборудования в плане. Регулирование положения оборудования в плане осуществляется сначала предварительно, а затем окончательно.

Предварительное регулирование положения оборудования в плане осуществляется за счет совмещения отверстий в опорной части оборудования с отверстиями, предварительно выполненными в фундаменте. Такое регулирование производится по предварительно установленным в отверстия фундамента болтам.

Окончательное регулирование положения оборудования в плане связано с выведением оборудования в проектное положение, для чего используют подъемные механизмы, домкраты или специальные монтажные приспособления.

Для контроля положения оборудования при его выверке в плане используют метод натянутой струны, оптические методы, нивелирование, а также непосредственный контроль линейных размеров.

Для реализации этих методов контроля применяют специальные инструменты и приборы, шаблоны, центровочные и некоторые другие приспособления, которые обеспечивают контроль отклонений от перпендикулярности, параллельности и соосности.

Регулирование положения оборудования по высоте. Регулирование по высоте необходимо в тех случаях, когда оборудование устанавливается в технологических линиях и кинематически связано с другим оборудованием.

В качестве контрольных баз при регулировании оборудования по высоте служат специальные площадки на корпусных деталях, исполнительные поверхности узлов оборудования, например поверхности валов или направляющих, установочные (опорные) поверхности.

Точность установки контролируют методами нивелирования или контроля линейных размеров от промежуточной базы до ранее установленного оборудования.

Регулирование положения оборудования в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Такое регулирование выполняют, используя для контроля положения оборудования уровни, отвесы и теодолиты.

При проверке положения оборудования, например токарного станка (рис. 11.6), на направляющие станины устанавливают уровень 2 и по отклонению воздушного пузырька от нулевого положения определяют горизонтальность направляющих в продольном направлении, затем на направляющие станины около передней и задней бабок устанавливают измерительные мостики 1 с уровнями 3 и по положению воздушного пузырька уровней относительно

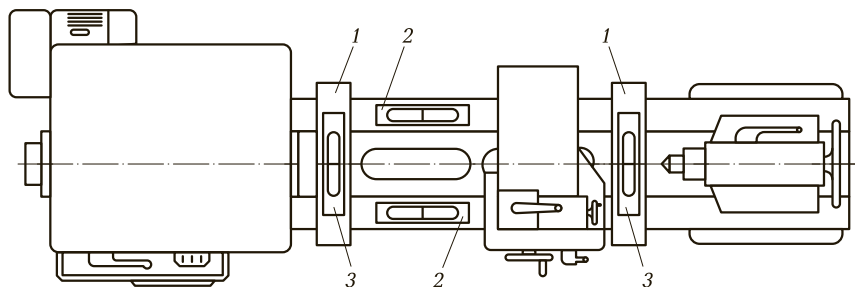


Рис. 11.6. Схема контроля положения станины токарного станка в горизонтальной и вертикальной плоскостях:

1 — измерительные мостики; 2, 3 — уровни

нулевой отметки оценивают горизонтальность направляющих в поперечном направлении.

По результатам контроля производят регулирование положения оборудования в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Особенности регулирования зависят от способа опоры оборудования на фундамент.

Регулирование положения оборудования, устанавливаемого со сплошной опорой на подливку, осуществляется с применением различных опорных элементов, которые следует устанавливать как можно ближе к фундаментным болтам. Как правило, эти элементы располагаются в тех местах, где расположены ребра жесткости или перегородки опорной части оборудования. Если давление от массы оборудования на опорную поверхность распределяется неравномерно, то опорные элементы следует располагать в тех местах, где действующие нагрузки максимальны.

Число опорных элементов при выверке положения оборудования должно быть минимальным, но при этом должен быть выполнен ряд условий:

- обеспечение устойчивого положения оборудования в процессе предварительного закрепления и подливки;
- отсутствие прогиба в опорных частях оборудования под воздействием его массы или усилий предварительного затягивания фундаментных болтов.

При таком регулировании применяют отжимные регулировочные винты, установочные гайки, винтовые домкраты, комплекты металлических прокладок.

Регулирование положения оборудования при помощи регулировочных винтов производится следующим образом (рис. 11.7). На фундаменте размещают опорные пластины 1 в соответствии с расположением отжимных винтов 3 в

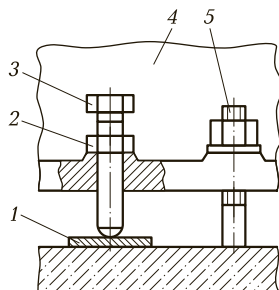


Рис. 11.7. Схема регулирования положения оборудования отжимными винтами:

1 — опорная пластина; 2 — контргайка; 3 — отжимной винт; 4 — устанавливаемое оборудование; 5 — фундаментный болт

опорной части оборудования 4. Места расположения опорных пластин на фундаменте должны быть тщательно выровнены в вертикальной плоскости (отклонение не должно превышать 10 мм на 1 м длины опорной поверхности).

При опускании оборудования на место установки регулировочные винты, установленные в его опорной части, должны выступать на одинаковую величину в пределах 10...30 мм. Положение оборудования регулируют поочередно всеми регулировочными винтами, добиваясь необходимого его положения в горизонтальной и вертикальной плоскостях, при этом отклонения не должны превышать 3 мм на 1 000 мм длины опорной поверхности. Плотность прилегания регулировочных винтов к опорным пластинам при окончании выверки контролируется щупом толщиной 0,1 мм и их положение должно быть в обязательном порядке зафиксировано контргайками 2.

После окончания процесса регулирования необходимо произвести затяжку фундаментных болтов 5, произвести подливку оборудования бетонной смесью, а регулировочные винты и контргайки удалить. Отверстия под регулировочные винты закрывают винтовыми пробками или заливают бетонной смесью и покрывают краской, обеспечивая предупреждение попадания масла и других, разъедающих бетон веществ на фундамент.

Регулирование положения оборудования регулировочными гайками выполняется с использованием предварительно установленных фундаментных болтов 2 (рис. 11.8), которые должны иметь увеличенную по длине (приблизительно до шести диаметров) резьбовую часть. Выверка положения оборудования на регулировочных гайках 5 производится с использованием упругих элементов, которые представляют собой тарельчатые пружины 6 либо плоские резиновые или пластмассовые шайбы.

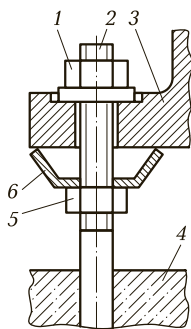
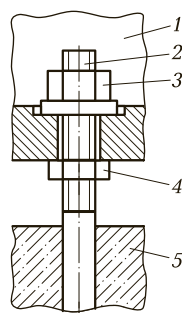


Рис. 11.8. Схема регулирования положения оборудования с использованием упругой шайбы:

1 — крепежная гайка; 2 — фундаментный болт; 3 — оборудование; 4 — фундамент; 5 — регулировочная гайка; 6 — тарельчатая пружина

Рис. 11.9. Схема регулирования положения оборудования при помощи гайки:

1 — оборудование; 2 — фундаментный болт; 3 — крепежная гайка; 4 — регулировочная гайка; 5 — фундамент



Регулировочные гайки с упругими шайбами располагают на фундаментных болтах 2, предварительно установленных в фундаменте 4 так, чтобы верхняя часть упругого элемента была выше предполагаемой высоты опорной поверхности примерно на 2... 3 мм. После установки оборудования 3 на упругие элементы его положение регулируют за счет перемещения гаек вместе с упругими элементами. Окончательное регулирование осуществляется деформированием упругих элементов крепежной гайкой 1. После регулирования положения оборудования и его закрепления производят подливку бетонной смесью.

Регулирование положение оборудования может быть осуществлено регулировочными гайками по схеме, приведенной на рис. 11.9, без использования упругих элементов.

Регулирование положения оборудования с помощью винтовых приспособлений производится с использованием винтовых опор (рис. 11.10, а), винтовых домкратов (рис. 11.10, б), регулируемых клиновых прокладок, опорных регулировочных башмаков (рис. 11.10, в) и некоторых других устройств.

Регулировочные устройства размещают на предварительно подготовленном фундаменте и с их помощью производят предварительное регулирование положения оборудования по высоте с точностью до 1 мм, используя нивелир и рейку. После этого при помощи тех же регулировочных устройств производят окончательное регулирование оборудования, контролируя его положение поверочной линейкой и уровнем, как это было описано ранее. Затем затягивают гайки фундаментных болтов и производят подливку оборудования бетонной смесью, предварительно выгородив установочные устройства. После застывания бетонной смеси регулировочные устройства удаляют, затягивают гайки фундаментных болтов и заполняют оставшиеся ниши бетонной смесью.

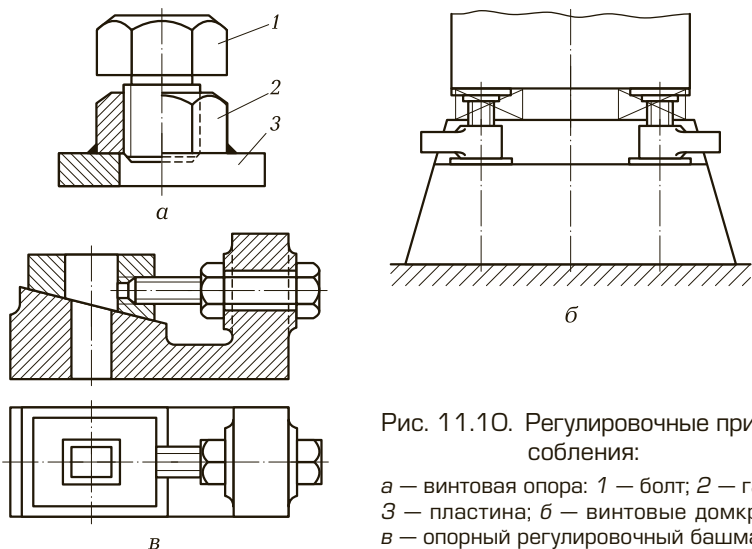


Рис. 11.10. Регулировочные приспособления:

а — винтовая опора: 1 — болт; 2 — гайка; 3 — пластина; *б* — винтовые домкраты; *в* — опорный регулировочный башмак

Регулирование положения оборудования на комплектах регулировочных пластин применяют в тех случаях, когда использование других методов регулирования не представляется возможным.

Число пакетов и их расположение под опорной поверхностью оборудования выбирают таким образом, чтобы пакеты было удобно устанавливать и чтобы пакеты обеспечивали устойчивое положение оборудования при его временном закреплении до подливки бетонной смеси. Обычно таким требованиям удовлетворяют три-четыре пакета прокладок.

Пакеты состоят из стальных или из чугунных прокладок толщиной 0,5...5 мм. Установка оборудования на проектную высоту и регулирование его положения осуществляются за счет подбора пакетов соответствующей толщины при подготовке оборудования к предварительному закреплению.

11.3. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ФУНДАМЕНТЕ

Процесс закрепления оборудования состоит из следующих этапов: предварительное закрепление, подливка оборудования, окончательное закрепление.

Предварительное закрепление оборудования. Для предупреждения смещения оборудования после выверки перед подливкой необходимо произвести предварительное закрепление оборудования на фундаменте. При этом осуществляется затягивание гаек фундаментных болтов, которые расположены в непосредственной близости от опорных элементов. При затягивании фундаментных болтов диаметром до 24 мм усилие затяжки не должно превышать 25 Н.

Если при выверке оборудования используют упругие элементы, то процесс предварительной затяжки совмещают с процессом выверки оборудования.

Подливка оборудования. Перед подливкой поверхность фундамента и опорная поверхность оборудования должны быть тщательно подготовлены. Опорные поверхности оборудования обезжиривают и промывают водой, а поверхность фундамента очищают от масла и пыли и увлажняют, не допуская скопления влаги в прямых и углублениях.

Если при установке на фундамент используют анкерные болты, которые должны быть удалены после подливки оборудования, то их перед подливкой необходимо изолировать от сцепления с бетоном.

После изоляции анкерных болтов на расстоянии 100...150 мм от фундаментной плиты устанавливают опалубку (рис. 11.11), изготовленную из тесаных досок толщиной 15...20 мм, высота которой над фундаментом должна составлять 20...30 мм. Бетонную смесь подают в опалубку с одной стороны подливаемого оборудования до тех пор, пока она не заполнит опалубку с другой стороны. Для обеспечения равномерного заполнения подливаемого

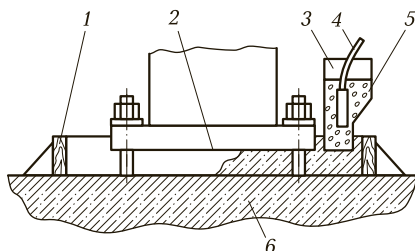


Рис. 11.11. Схема подливки оборудования:

1 — опалубка; 2 — опорная поверхность оборудования; 3 — лоток-накопитель; 4 — вибратор; 5 — подливочная смесь; 6 — фундамент

пространства бетонную смесь следует подавать равномерно, используя специальное приспособление — вибратор.

Окончательное закрепление оборудования. Затягивание фундаментных болтов при окончательном закреплении оборудования следует производить равномерно, за два-три обхода по контуру. Начинают затягивание с болтов, расположенных по осям симметрии опорной части оборудования, а затем производят затяжку остальных болтов, постепенно отдаляясь от оси симметрии. Так как затяжка всех болтов должна производиться с одинаковым усилием, то для этого следует использовать, по возможности, тарированные ключи.

Если закрепляемое оборудование работает со значительными динамическими нагрузками, то гайки фундаментных болтов следует предохранять от самопроизвольного отвинчивания за счет их стопорения специальными стопорными шайбами. Необходимость стопорения должна быть указана в инструкции по монтажу оборудования. После испытания установленного оборудования под нагрузкой проверяют затяжку фундаментных болтов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова роль фундамента при установке оборудования?
2. От чего зависит выбор типа фундамента для установки оборудования?
3. От чего зависит выбор способа установки оборудования на фундаменте?
4. В каких случаях возможна бесфундаментная установка оборудования и как она осуществляется?
5. Какие способы регулирования положения оборудования применяют при его установке на фундаменте?
6. Как осуществляется выверка положения оборудования в горизонтальной и вертикальной плоскостях при его установке на фундамент?
7. Как и с какой целью производится предварительное закрепление оборудования на фундаменте?
8. Как и с какой целью производится окончательное закрепление оборудования на фундаменте?
9. В каких случаях и для чего выполняют подливку оборудования бетонной смесью?
10. Как подготовить поверхности фундамента и оборудования под подливку?

ПОНЯТИЕ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРОЧНЫХ РАБОТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

12.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

Автоматизация сборочных работ связана с передачей машинам, механизмам и приборам не только исполнительных функций, что имеет место при механизации технологических процессов, но и функций управления этими процессами. Автоматизация технологического процесса может быть полной и неполной. Наиболее часто в промышленности встречается неполная автоматизация технологического процесса сборки, которая сводится к полуавтоматической и автоматической сборке отдельных узлов, а общая сборка осуществляется вручную. Наибольшее распространение полуавтоматическая и автоматическая сборка получили в таких отраслях, как автомобиле- и приборостроение, радиотехническая промышленность.

Сложность автоматизации технологических процессов сборки связана с их значительным разнообразием, что приводит к необходимости создания большой номенклатуры самого различного сборочного оборудования, вызывая существенные затруднения в его изготовлении и внедрении.

В целях сокращения номенклатуры сборочного оборудования для различных технологических процессов сборки необходима типизация этих процессов, которая напрямую связана с технологичностью конструкций деталей и сборочных единиц, применяемых в собираемом узле. Для оценки технологичности деталей, сборочных единиц и механизмов в целом с учетом возможности их автоматической сборки используют различные критерии. Основным из этих критериев является число деталей в собираемом узле (должно быть минимальным). Сложные изделия, состоящие из большого числа деталей, необходимо компоновать из отдельных функциональных блоков, состоящих из 4—12 деталей, которые могут быть собраны независимо друг от друга. Облегчает внедре-

ние автоматической сборки применение унифицированных конструктивных элементов у деталей, входящих в сборочную единицу. Кроме того, должна быть предусмотрена возможность установки всех входящих в сборочную единицу деталей на неподвижную базовую деталь при использовании простейших рабочих движений, а также возможность установления допусков на размеры собираемых деталей, обеспечивающих сборку по методу полной взаимозаменяемости.

12.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СБОРКИ

При автоматической сборке наиболее целесообразным является использование типовых технологических процессов, которые применяются главным образом в условиях серийного, крупносерийного и массового производства с устойчивой номенклатурой собираемых изделий.

Основой для разработки типовых технологических процессов автоматической сборки является классификация деталей и сборочных единиц, имеющих различные конструктивные формы и размеры. Детали и сборочные единицы классифицируют по конструктивным и технологическим признакам, на основе которых их объединяют в группы. Для каждой группы изделий выбирают схему технологического процесса сборки и типовые средства автоматизации.

Технологические процессы автоматической сборки могут быть различными по содержанию, последовательности выполнения сборочных операций, составу применяемого автоматизированного оборудования и технологической оснастки.

В технологическом процессе автоматической сборки различают два вида операций: основные и вспомогательные. К основным относятся операции, связанные со сборкой разъемных (резьбовых, шпоночных, шлицевых и т.п.) и неразъемных (заклепочных, сварных, клеевых, вальцованных и т.п.) соединений. К вспомогательным операциям автоматической сборки следует отнести подачу деталей к сборочному оборудованию; их ориентирование в положении, необходимом для выполнения соединения; входной контроль; подачу в рабочую зону.

Типовой технологический процесс автоматической сборки включает в себя:

- загрузку деталей, подлежащих сборке, в загрузочное устройство;

- предварительную пространственную ориентацию деталей в загрузочном устройстве;
- подачу собираемых деталей в зону сборки на устройство, обеспечивающее базирование собираемых деталей и их взаимную ориентацию относительно друг друга с требуемой точностью;
- соединение и фиксацию в требуемом положении собираемых деталей;
- контроль качества сборки;
- транспортирование сборочной единицы на следующую операцию или ее съем.

Ориентирование деталей, подлежащих автоматической сборке, состоит из трех этапов: предварительного (в загрузочном устройстве); промежуточного (осуществляется питателем, подающим детали от загрузочного устройства в зону сборки) и окончательного (на сборочной позиции перед началом процесса автоматической сборки).

В качестве загрузочных в процессе автоматической сборки применяют два типа устройств: магазинные и бункерные. В магазинных устройствах детали располагаются рядами с промежутками или без промежутков между ними, а в бункерном — навалом.

12.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

Конструктивные особенности изделий и особенности технологического процесса их сборки приводят к большому числу конструктивных решений сборочного автоматического оборудования. Такое оборудование подразделяется на одно- и многопозиционное.

Однопозиционное сборочное оборудование. Если сборочные операции на автоматизированном оборудовании производятся без перемещения базовой детали, то такое оборудование называют однопозиционным. На однопозиционном оборудовании, как правило, можно собирать изделия, состоящие из двух-трех деталей. К этому типу оборудования относятся механизированные установки, полуавтоматы и автоматы. Однопозиционное оборудование просто по конструкции и надежно в работе, что обуславливает его достаточно широкое применение в сборочном процессе.

Механизированные установки применяют для механизации сборочных процессов в условиях мелкосерийного и единичного

производства. К этому виду оборудования относятся прессы, стационарные гайко- и шпильковерты, гидравлические скобы и ряд других устройств.

При использовании однопозиционных сборочных полуавтоматов основные рабочие действия (собственно сборка) выполняются автоматически, а установка базовой и присоединяемых к ней деталей осуществляется вручную.

Многопозиционное сборочное оборудование. Многопозиционное оборудование можно подразделить на четыре типа:

- дискретного действия, когда сборочные операции выполняются во время остановки транспортирующего устройства, перемещающего базовую деталь;
- ограниченно-прерывистого действия, когда собираемые детали находятся в движении, а рабочие органы неподвижны или имеют ограниченное перемещение относительно неподвижной базы;
- непрерывного действия, когда все рабочие операции выполняются при непрерывном движении базовой детали и рабочих органов автоматического оборудования;
- непрерывно-дискретного действия, когда часть рабочих операций осуществляется во время остановки транспортирующего органа, а часть — в процессе его движения.

Многопозиционное сборочное оборудование включает в себя механизированные, автоматизированные и автоматические сборочные линии.

Механизированные сборочные линии — это линии, на которых основная часть сборочных операций выполняется с применением механизированных инструментов и оборудования. Собираемая сборочная единица перемещается с одной рабочей позиции на другую при помощи конвейера. Съем собранного изделия производится вручную.

Автоматизированные сборочные линии — это линии, на которых основная часть сборочных операций осуществляется с применением полуавтоматического и автоматического оборудования, а оставшиеся операции сборки выполняются, как правило, с применением механизированного инструмента и оборудования. По компоновке автоматизированное многопозиционное оборудование может быть конвейерного или роторного типа.

Оборудование роторного типа применяют при сборке изделий, содержащих до десяти деталей. Если число деталей в сборочной

единице превышает это количество, то более целесообразно применение оборудования конвейерного типа.

Автоматическая сборочная линия — это комплекс основного, вспомогательного и подъемно-транспортного оборудования, которое позволяет осуществлять сборочный процесс без участия человека.

Многопозиционное сборочное оборудование оснащено транспортными устройствами, обеспечивающими перемещение базовой детали с одной сборочной позиции на другую.

По степени синхронизации сборочных операций автоматические линии можно подразделить на синхронные, несинхронные и комбинированные.

Синхронные сборочные линии применяют в условиях массового производства при сборке крупногабаритных изделий. На таких линиях сборочная единица последовательно перемещается с одной сборочной позиции на другую с определенным временным интервалом. На синхронных автоматических линиях не предусмотрено межоперационных заделов, что приводит к остановке работы линии в тех случаях, когда из строя выходит хотя бы один механизм.

Несинхронные автоматические линии состоят из замкнутого транспортера, на котором располагаются приспособления-спутники с собираемыми изделиями. Приспособления-спутники не связаны жестко с транспортером, что позволяет, в случае необходимости, создавать межоперационные заделы. Несинхронные линии имеют ряд преимуществ по сравнению с синхронными:

- наличие нескольких приспособлений-спутников между рабочими позициями позволяет компенсировать вынужденные простои отдельных единиц сборочного оборудования;
- возможность сочетать как ручные, так и автоматические операции сборки;
- возможность встраивать в автоматическую линию оборудование, цикл работы которого отличается от цикла работы линии;
- достаточно легко осуществляемая наладка линии на сборку изделий различной конфигурации.

Комбинированные сборочные линии сочетают в себе в той или иной степени участки синхронных и несинхронных линий.

Гибкие производственные системы и сборочные центры. Необходимыми условиями для создания гибких производственных систем (ГПС) являются:

- наличие автоматизированного сборочного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ);
- наличие автоматизированных транспортных устройств и автоматических складов материалов, деталей и сборочных единиц, которые управляются с помощью микропроцессорной техники.

Для ГПС характерен модульный принцип компоновки сборочного и вспомогательного оборудования. Отличительной особенностью таких систем является технологическая гибкость, что позволяет применять их в условиях любого типа производства.

В условиях массового производства ГПС обеспечивают рост производительности труда на 50...60 % по сравнению с синхронными сборочными линиями.

В условиях мелкосерийного производства применение ГПС позволяет эффективно осуществлять насыщение сборочного производства средствами механизации и автоматизации, создавать комплексно-механизированные рабочие места сборщиков, сборочные участки и цеха с технологическими комплексами по всему циклу склад — сборка — испытание — установка.

Сборочные центры представляют собой установки широко-универсального назначения, которые оснащены манипуляторами для смены сборочного инструмента, подачи собираемых деталей и осуществления сборочных работ. Сборочные центры обеспечивают сборку изделий различных типов, состоящих из большого числа деталей; обладают высокой гибкостью и универсальностью.

12.4. АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Классификация роботов. В зависимости от назначения работы условно подразделяют на два класса: производственные и транспортные.

Производственные роботы, осуществляющие основные технологические процессы, обычно оснащают соответствующими инструментами или устройствами.

Транспортные роботы осуществляют межоперационное перемещение заготовок и деталей, передают готовые изделия и складывают их, например в конце сборочной линии укладывают готовые изделия в контейнеры или в поддоны. В ряде случаев транспортные роботы наряду с вспомогательными операциями по транспортированию могут также выполнять основные технологические операции; аналогично производственные роботы часто изготавливают приспособленными для выполнения определенных транспортных операций.

Каждый из этих классов роботов может быть специальным или универсальным.

Универсальные роботы выполняют как основные, так и вспомогательные операции.

Специальные роботы предназначены для выполнения отдельных операций, например завинчивания гаек.

Основные параметры промышленных роботов. К основным параметрам, определяющим технологические возможности промышленных роботов, относятся мобильность, грузоподъемность, число степеней свободы рабочих органов, точность позиционирования, рабочая зона, тип системы управления.

Мобильность — способность робота перемещаться в пространстве.

Различают стационарные и передвижные роботы, которые могут обслуживать группу технологического оборудования, например объединенного конвейера.

Грузоподъемность — максимальная масса груза, которой робот способен манипулировать. Этот параметр характеризуется наибольшей силой, развиваемой рабочими органами робота в любом положении.

Число степеней свободы рабочих органов — параметр, характеризующий подвижность робота.

Точность позиционирования — параметр, определяющий степень точности движения рабочих органов при многократных перемещениях изделий заданной массы в предусмотренное положение.

На точность позиционирования влияют грузоподъемность, конструкция и кинематика рабочих органов, тип привода и система управления.

Особенно высокие требования в отношении точности позиционирования предъявляют к сборочным роботам, предназначенным для обслуживания таких сборочных операций, как запрессовка, сборка высокоточных сопряжений и т. д.

Рабочая зона — параметр, характеризующий пространство, занимаемое рабочим органом робота при совершении всех видов предусмотренных движений.

Системы управления промышленными роботами осуществляют формирование логической последовательности выполнения операций их рабочими органами по заданным параметрам.

Устройство промышленных роботов. Независимо от типа и назначения промышленный робот состоит из механической части и системы управления, в которую входят блоки памяти и логики и пульт управления.

Механическая часть промышленного робота. Конструкция механической части зависит от назначения робота, числа степеней свободы, типа приводных устройств, системы управления. Механическая часть робота (рис. 12.1) состоит из станины 3, обычно устанавливаемой на основании 1, и одного или нескольких рычажно-захватных устройств 2. Рычажно-захватное устройство — основной орган робота, способный совершать возвратно-поступательное и вращательное движения. Рычажно-захватные устройства можно условно классифицировать по конструкции, типу привода, расположению и т.п. Например, в зависимости от конструкции рычажно-захватные устройства могут быть стационарными, выдвижными, телескопическими, шарнирными и порталными.

Следует отметить, что одинаковое число степеней свободы рычажно-захватного устройства может быть достигнуто за счет сочетания различных возвратно-поступательных и вращательных движений. Например, три степени свободы рычажно-захватного устройства обеспечиваются при следующих сочетаниях движе-

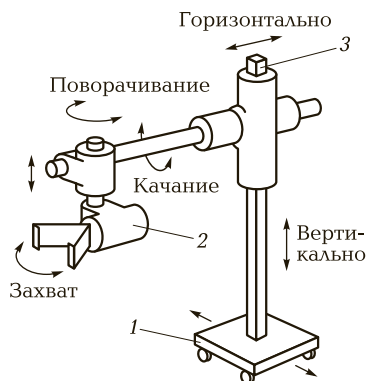


Рис. 12.1. Механическая часть промышленного робота и основные движения:

1 — основание; 2 — рычажно-захватное устройство; 3 — станина

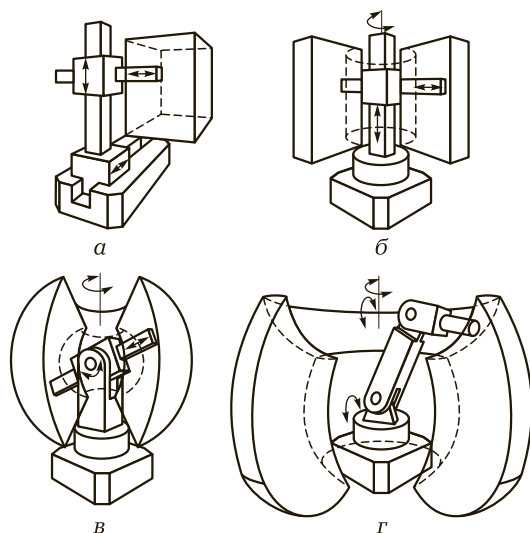


Рис. 12.2. Возможные движения рычажно-захватного устройства робота при одинаковом числе степеней свободы и различных системах координат отсчета перемещений:

а—г — соответственно прямоугольная, цилиндрическая, полярная и сферическая система координат

ний: трех возвратно-поступательных (рис. 12.2, *а*); двух возвратно-поступательных и одного вращательного (рис. 12.2, *б*); одного возвратно-поступательного и двух вращательных (рис. 12.2, *в*); трех вращательных (рис. 12.2, *г*).

Наибольшая часть промышленных роботов снабжена рычажно-захватными устройствами, имеющими 3—5 степеней свободы.

Тип системы координат, в которой перемещается рабочий орган, наряду с числом степеней свободы оказывает существенное влияние на зону обслуживаемого пространства. Если зону обслуживания робота, имеющего захватное устройство с одной степенью свободы, работающее в прямоугольной системе координат, принять за единицу, то зона обслуживания робота при тех же условиях составит: в цилиндрической системе — 9,6; в полярной — 29,7; в сферической — 87,2.

Захватные устройства промышленного робота. Конструкция, габаритные размеры и форма захватных устройств промышленных роботов определяется массой, формой, габаритными размерами и материалом транспортируемых деталей. Захватные

устройства бывают механическими, вакуумными, электромагнитными, с эластичными камерами.

Механические захватные устройства осуществляют зажим в двух, трех и четырех точках. Основным элементом механического захватного устройства являются постоянные или сменные зажимные губки, конструкция которых во многом зависит от конфигурации удерживаемых деталей (рис. 12.3).

Часто в одном рычаге монтируют два одноместных захватных устройства (рис. 12.4, а) либо одно двухместное (рис. 12.4, б). Два двухместных захвата могут быть смонтированы на одном или на двух рычагах (рис. 12.4, в) и иметь независимые движения.

Вакуумные захватные устройства просты по конструкции, имеют небольшую массу, равномерное распределение нагрузки по поверхности контакта. В ряде случаев такие захватные устройства обеспечивают одновременно центрирование деталей. Вакуумные захватные устройства можно применять для удерживания деталей несложной формы из любого материала, но срок их службы относительно невелик.

Основными элементами вакуумных захватных устройств являются резиновые или пластмассовые присоски и механизм для создания вакуума. Наиболее простым и часто применяемым способом создания вакуума является использование эжекторов, причем в

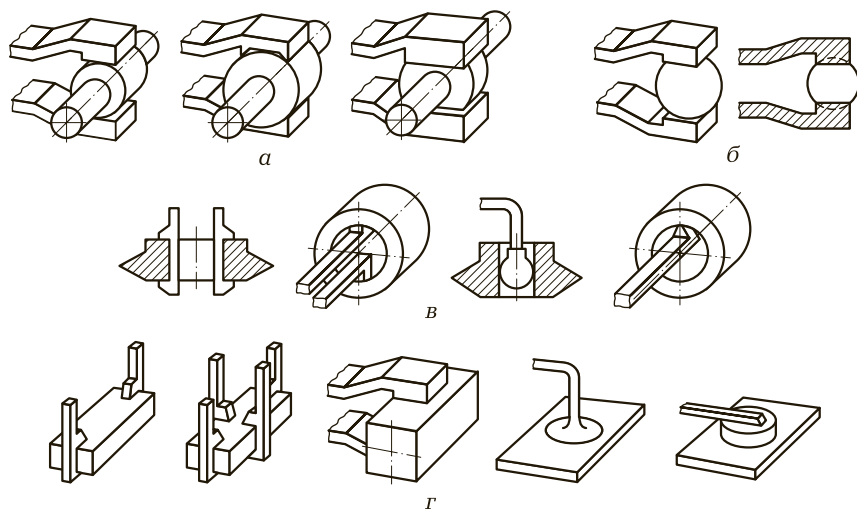


Рис. 12.3. Зажимные губки для цилиндрической (а), шаровой (б), внутренней цилиндрической (в) и плоской (г) поверхностей

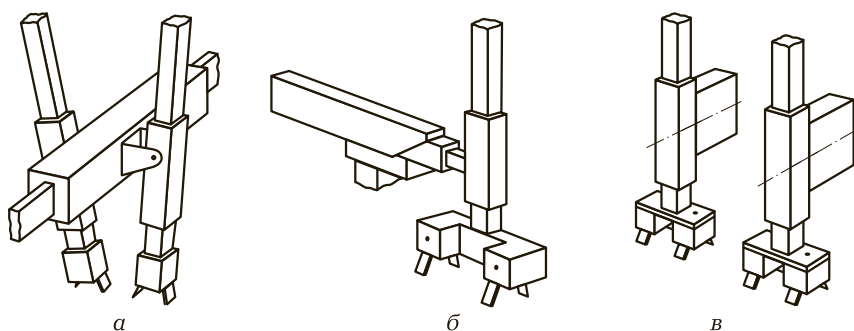


Рис. 12.4. Многочастные захватные устройства:

а — два одноместных, смонтированных на одном рычаге; *б* — двухместное; *в* — два двухместных, смонтированных на двух рычагах

этом случае разрежение может быть получено за счет сжатого воздуха, поступающего из заводской централизованной сети. Основной деталью эжектора является тройник, в который впаивают трубки малого диаметра.

Электромагнитные захватные устройства используют для удерживания деталей любой конфигурации из различных металлов и сплавов, обладающих магнитными свойствами. По назначению электромагнитные захватные устройства аналогичны вакуумным, но значительно проще по конструкции и имеют больший срок службы.

Электромагнитные захватные устройства состоят из элементарных магнитов, установленных на общей раме и служащих для удерживания деталей, имеющих фасонные, круглые, ребристые и решетчатые поверхности, которые невозможно или весьма сложно захватить и удержать при помощи вакуумных захватных устройств.

Захватные устройства с эластичными камерами предназначены для захвата, удерживания и переноса деталей сложной формы и небольшой массы. Особенно эффективно применение таких устройств при переносе деталей из хрупких материалов. Различают захватные устройства с изгибающимися и расширяющимися эластичными камерами.

Захватное устройство с изгибающейся эластичной камерой (рис. 12.5, *а*) предназначено для захвата детали сложной формы за наружную поверхность. На корпусе 4 устройства закреплены базисные призмы 1 и две эластичные камеры 2, соединенные с

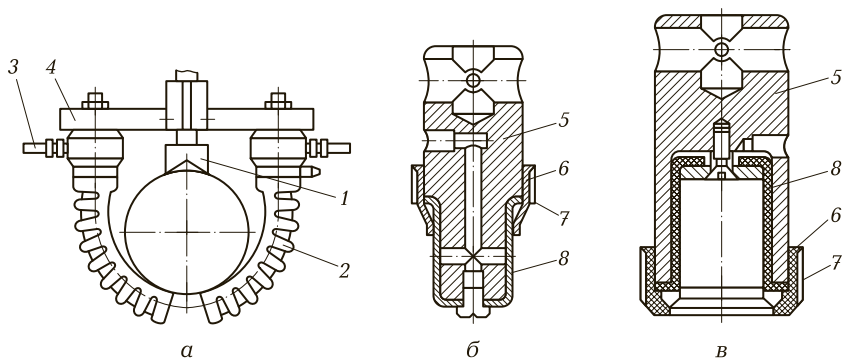


Рис. 12.5. Захватные устройства с изгибающейся (а) и расширяющейся (б, в) камерами:

1 — базированная призма; 2 — эластичная камера; 3 — соединительный патрубок; 4, 5 — корпуса; 6 — гайка; 7 — кольцо; 8 — втулка

пневматическим приводом патрубком 3. Камеры изготавливают так, чтобы по профилю они имели переменную жесткость. При изгибе камеры прижимают удерживаемую деталь к базированным призмам, осуществляя ее закрепление. Высота расположения призм может регулироваться.

Захватное устройство с расширяющейся эластичной камерой применяют для захвата деталей по наружному или по внутреннему диаметру. Работает устройство следующим образом: сжатый воздух поступает через отверстие в корпусе 5, при этом втулка 8, выполняющая роль эластичной камеры, раздувается и удерживает деталь по внутреннему (рис. 12.5, б) либо по наружному (рис. 12.5, в) диаметру.

Требования к деталям, предназначенным для автоматической сборки. В целях автоматизации процесса сборки с применением промышленных роботов необходимо, чтобы детали, предназначенные для автоматической сборки, удовлетворяли ряду общих требований:

- качество изготовления деталей должно соответствовать требованиям чертежа или технических условий;
- конструкция деталей должна исключать возможность их сцепления друг с другом при выходе из подающего магазина;
- в конструкции деталей должны быть предусмотрены фаски, конусы, проточки и другие центрирующие элементы;

- в соединениях не должны использоваться хрупкие и другие легкодеформируемые материалы.

Требования к изделиям и сборочным единицам. Изделия или сборочные единицы, подлежащие сборке с помощью промышленных роботов, должны удовлетворять следующим требованиям:

- изделия должны состоять из законченных взаимозаменяемых сборочных единиц, обеспечивающих возможность их сборки независимо друг от друга;
- должна быть обеспечена возможность сборки по методу полной взаимозаменяемости;
- число сопрягаемых поверхностей и видов соединений должно быть минимальным;
- места соединения сборочных единиц должны быть доступны для контроля качества соединения;
- процесс сборки не должен иметь операций дополнительной пригонки и регулирования;
- должна быть обеспечена возможность последовательной сборки, т.е. наличие базовой детали, с которой последовательно соединяются другие детали узла.

Требования к промышленным роботам. Так как в процессе сборки необходимо обеспечить компенсацию погрешностей позиционирования, захвата и установки деталей, к промышленным роботам, применяемым в сборочном производстве, также предъявляют определенные требования:

- сборочные роботы должны осуществлять свои действия в цилиндрической системе координат;
- размеры рабочей зоны роботов должны обеспечивать размещение вспомогательных устройств, приспособлений и оснастки, которыми пользуются для ведения технологического процесса сборки, а также магазинов и инструментов с захватными устройствами, подающих устройств, средств контроля сборки;
- робот должен обладать не менее чем тремя степенями свободы, а также иметь возможность получения дополнительных степеней свободы как за счет своего перемещения, так и перемещения сборочных инструментов;
- робот должен быть снабжен механизмом смены захватных устройств и сборочных инструментов.

Для обеспечения сборки определенных изделий и контроля качества промышленные сборочные роботы снабжают датчиками обратной связи, применение которых позволяет существенно упростить программирование действий промышленного робота.

Промышленный робот с обратной связью (рис. 12.6) имеет три механические руки: рука II подает на сборочную позицию базовую деталь, рука I вводит в отверстие базовой детали болт, а рука III навинчивает на него гайку. Управление руками I и III осуществляется от скоростного позиционного сервопривода 1 на основе сигналов от тензометрического датчика силы, которые подаются в вычислительный блок 2. В последнем сигнал от тензометрического датчика сравнивается с расчетным, заданным программирующим устройством 3. Сигнал рассогласования усиливается и подается от вычислительного блока на сервопривод, который осуществляет изменение углов поворота захватных устройств, обеспечивая сборку соединяемых деталей. Вычислительный блок 2 подает сигнал на позиционный привод 4 руки II, которая устанавливает базовую деталь в заданном положении.

Сборочный инструмент промышленных роботов. При выборе сборочных инструментов, применяемых для комплектации промышленных роботов, должны учитываться следующие требования:

- деталь должна надежно захватываться при ее транспортировании и установке на место;

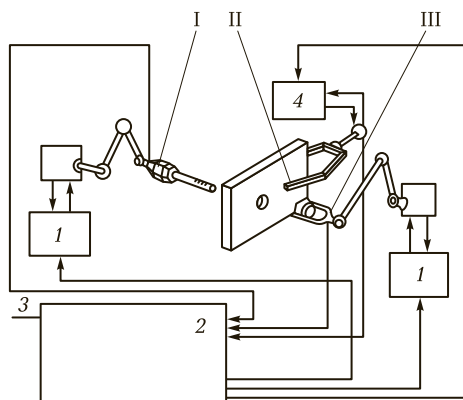


Рис. 12.6. Структурная схема промышленного робота с обратной связью: 1 — сервопривод; 2 — вычислительный блок; 3 — программирующее устройство; 4 — позиционный привод; I, II, III — механические руки

- элементы инструмента, обеспечивающие его установку в манипулирующий орган, должны быть унифицированы;
- конструкция инструмента должна обеспечивать возможность встраивания датчиков обратной связи;
- конструкция захватных устройств инструмента должна обеспечивать заданную точность позиционирования;
- инструмент не должен деформировать деталь при захвате и фиксации;
- конструкция инструмента должна обеспечивать возможность его легкой переналадки на различные типоразмеры детали.

В зависимости от типа захватных устройств все сборочные инструменты, применяемые в промышленных роботах, могут быть подразделены на две группы: с захватными устройствами, изготовленными отдельно от инструмента, и с захватными устройствами, изготовленными как единое целое с инструментом.

Захватные устройства, изготовленные отдельно от инструмента, обеспечивают соединение деталей, изменение их положения, перенос деталей и собранного изделия.

Захватные устройства, совмещенные со сборочным инструментом, отличаются большим разнообразием конструкций.

В качестве примера рассмотрим инструменты, применяемые для сборки подшипниковых узлов.

В инструменте для захвата и монтажа подшипников качения (рис. 12.7) по направляющим скольжения 7 и 9 корпуса 8 перемещается шток 10. Головка 11 рабочего штока связана со штоком гидравлического цилиндра привода, расположенного внутри руки промышленного робота. Наличие детали (подшипника) в сборочном инструменте контролируется с помощью пневматического датчика 19, установленного на стакане 4 и подключенного к пневматическому разьему 6 воздуховода 5. Подшипник, подлежащий сборке, помещают в начальную позицию в кассете. Сборочный инструмент, установленный в манипулятор промышленного робота, размещают над деталью. Когда инструмент опускается манипулятором вниз, рабочий шток 10 находится в крайнем верхнем положении, а прессующий шток 16 весит на упоре 14. Между подшипником и фланцем прессующего штока расположен сепаратор, представляющий собой диск 20 с шариками 21. Сепаратор крепят к фланцу прессующего штока с помощью эластичной струны 22. Подшипник центрируется и захватывается тремя пружинными губками 1. При движении инструмента вниз деталь перемещает

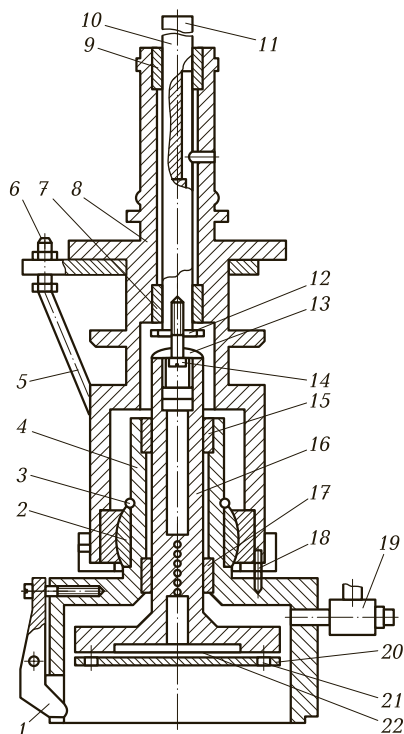


Рис. 12.7. Инструмент для захвата и монтажа подшипника качения в отверстие базовой детали:

1 — губка; 2 — сферическая опора; 3 — стопорное кольцо; 4 — стакан; 5 — воздуховод; 6 — пневматический разъем; 7, 9, 15, 17 — направляющие; 8 — корпус; 10, 16 — соответственно рабочий и прессующий шток; 11 — головка; 12 — гайка; 13, 14 — упоры; 18 — штифт; 19 — пневматический датчик; 20 — диск; 21 — шарик; 22 — эластичная струна

прессующий шток вверх до тех пор, пока его фланец не перекроет датчик 19, который подает команду на транспортирование подшипника на сборочную позицию. По команде на выполнение соединения гидравлический цилиндр, встроенный в манипулятор промышленного робота, перемещает вниз рабочий шток 10, который через сферическую гайку 12 передает усилие на сферическую поверхность упора 13, укрепленного на прессующем штоке 16, который по направляющим 15 и 17 перемещается внутри стакана 4, расположенного соосно с отверстием корпуса. Самоустановка стакана относительно корпуса обеспечивается за счет его монтажа на сферической опоре 2 внутри корпуса 8 инструмента. Осевое пере-

мещение стакана предотвращается стопорным кольцом 3, а поворот — штифтом 18. Перемещаясь вниз прессующий шток запрессовывает подшипник в корпус.

Переналадка этого инструмента осуществляется за счет регулирования зажимных губок 1 и датчика 19, а также установки сепаратора необходимого размера.

Для запрессовки резиновых уплотнительных манжет с пружиной применяют инструмент (рис. 12.8), представляющий собой цилиндрический корпус 6 с хвостовиком и фланцем для присоединения к манипулятору промышленного робота. Внутри корпуса расположена подпружиненная оправка 7, вылет которой ограничивается упором 8. На оправке на двух полуосях 9, установленных в пазах 5 корпуса 6, смонтирован рычаг 2, представляющий собой полувилку, с одной стороны которой расположен щуп 1, а с другой — кулачок 3, взаимодействующий с пневматическим датчиком 4, закрепленным на оправке 7.

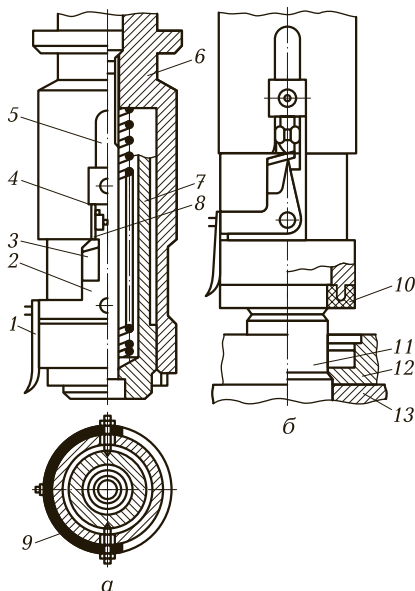


Рис. 12.8. Инструмент для запрессовки резиновой уплотнительной манжеты:

а — до запрессовки; *б* — в момент запрессовки; 1 — щуп; 2 — рычаг; 3 — кулачок; 4 — пневматический датчик; 5 — паз; 6 — корпус; 7 — оправка; 8, 11 — упоры; 9 — полуось; 10 — манжета; 12 — крышка; 13 — приспособление

При опускании инструмента в накопитель манжета 10 надевается на оправку 7, диаметр которой соответствует диаметру уплотняемого вала. Манжета удерживается на оправке за счет сил трения. При надевании на оправку манжета отжимает щуп 1, рычаг 2 поворачивается, переключая кулачком 3 сопло датчика 4, движение манипулятора вниз прекращается, а инструмент с манжетой перемещается в сборочную позицию. Упор 1, установленный в приспособлении 13 на сборочной позиции, центрирует базовую деталь — крышку 12, являясь одновременно направляющей манжеты. При запрессовке манжеты оправка 7 упирается торцом в упор 11, а корпус 6, двигаясь вниз, сжимает пружину и запрессовывает манжету в гнездо. Меняя насадки на корпусе 6 и оправке 7, можно запрессовывать манжеты диаметром 32... 135 мм.

При установке плоских прокладок применяют вакуумные или электромагнитные захватные устройства. Вакуумные захватные устройства обеспечивают большую точность, и их работа не зависит от материала прокладок.

Вакуумное захватное устройство (рис. 12.9) изготовлено в виде цилиндрического корпуса 6, в котором закреплен сменный диск 2. В пазах диска установлены присоски 1. Воздух подается от сило-

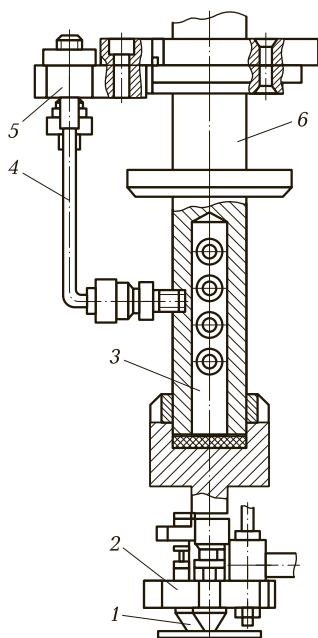


Рис. 12.9. Вакуумное захватное устройство:

1 — присоска; 2 — диск; 3 — распределитель; 4 — патрубок; 5 — разъем; 6 — корпус

вой пневматической сети через разъем 5 и патрубок 4 в корпус 6, где размещен распределитель 3. Переналадка осуществляется сменной диска 2.

В процессе выполнения сборочных работ часто используют резьбовые соединения. Для выполнения таких соединений применяют различные инструменты, один из которых показан на рис. 12.10.

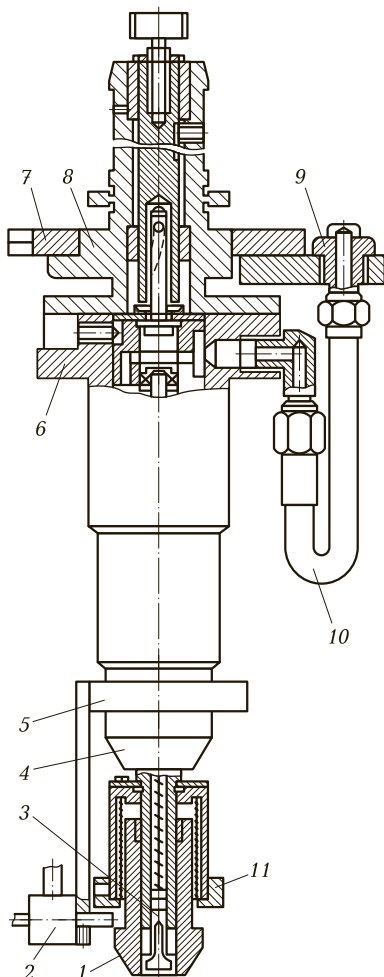


Рис. 12.10. Инструмент для сборки резьбовых соединений:

1 — магнитный элемент; 2 — пневматический датчик; 3 — ключ; 4 — шпindelь; 5 — кронштейн; 6 — корпус; 7 — фланец; 8 — хвостовик; 9 — разъем; 10 — трубопровод; 11 — гнездо

К хвостовику 8, который одновременно с фланцем 7 является элементом автоматической смены инструмента, прикреплен корпус 6 пневматического резьбозавертывающего механизма, изготовленного на базе стандартного гайковерта. Присоединяемая резьбовая деталь захватывается из накопителя магнитным элементом 1 и подводится к базовой детали. Сжатый воздух через разъем 9 и трубопровод 10 поступает к пневматическому двигателю. Шпиндель 4 одновременно с вращательным движением получает колебательное движение вдоль оси свинчивания, в результате чего происходит установка резьбовой детали вдоль оси гайки. После этого шпиндель получает рабочее движение вдоль оси свинчивания, а элемент 1 устанавливается в гнездо 11. На корпусе 6 закреплен кронштейн 5 с пневматическим датчиком 2 контроля положения торцевого ключа 3 относительно корпуса 6.

Компоновка роботизированных сборочных комплексов. Все роботизированные сборочные комплексы состоят из типовых элементов, к которым относятся промышленный робот, рабочая позиция, питатели, магазин с комплектом инструмента. Компоновка роботизированного комплекса зависит от технологического процесса сборки. Различают три типовые схемы компоновки комплексов оборудования с применением промышленных роботов (рис. 12.11).

Схема А. Технологический процесс разделен на отдельные операции, при этом некоторые из них осуществляются на нескольких рабочих позициях (на приведенной схеме — на двух позициях 3, каждая из которых оснащена промышленным роботом 1). Это условие определяет необходимость применения на сборочном комплексе нескольких одинаковых позиций сборки для обеспечения требуемой производительности отдельных сборочных операций.

Схема Б. Эта схема характеризуется применением нескольких промышленных роботов 1 упрощенной конструкции, которые выполняют узконаправленные специальные сборочные операции. Собираемые детали перемещаются последовательно с помощью специального транспортера 5 между несколькими позициями 3 сборки. В этом случае при отказе оборудования на одной позиции происходит остановка всей линии.

Схема В. Эта схема характеризуется максимальной концентрацией сборочных операций на отдельных сборочных позициях с учетом их специализации, причем операции на отдельных позициях выполняются одновременно. Детали с одной сборочной позиции на другую перемещаются с помощью транспортера 5.

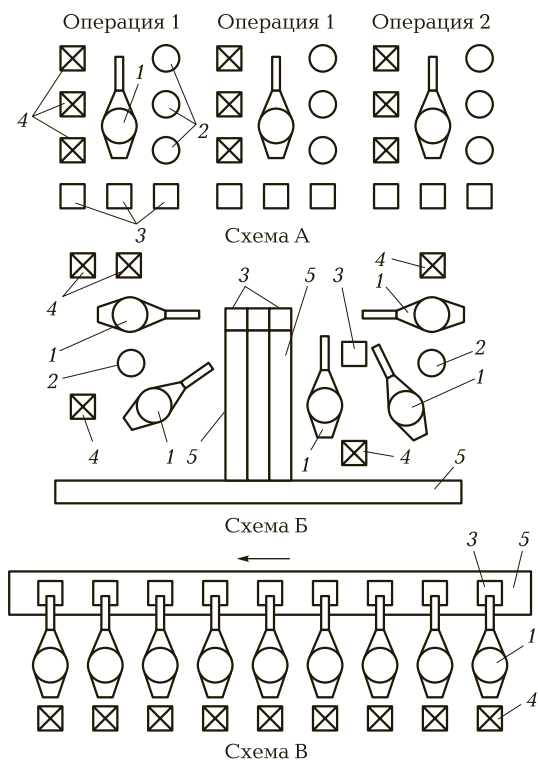


Рис. 12.11. Типовые схемы компоновки оборудования в роботизированных сборочных комплексах:

1 — промышленный робот; 2 — магазин с комплектом рабочих инструментов; 3 — рабочие позиции; 4 — питатели; 5 — транспортеры

Типовой технологический процесс сборки подшипникового узла с использованием промышленного робота. Собираемый узел (рис. 12.12) состоит из корпуса, крышки, двух резиновых манжет, подшипника, прокладки из картона, трех винтов, трех стопорных шайб.

Последовательность сборки узла следующая:

1. Установка корпуса в приспособление.
2. Установка крышки в приспособление.
3. Запрессовка манжеты в крышку.
4. Запрессовка манжеты в корпус.
5. Установка подшипника в корпус.
6. Установка картонной прокладки на корпусе.

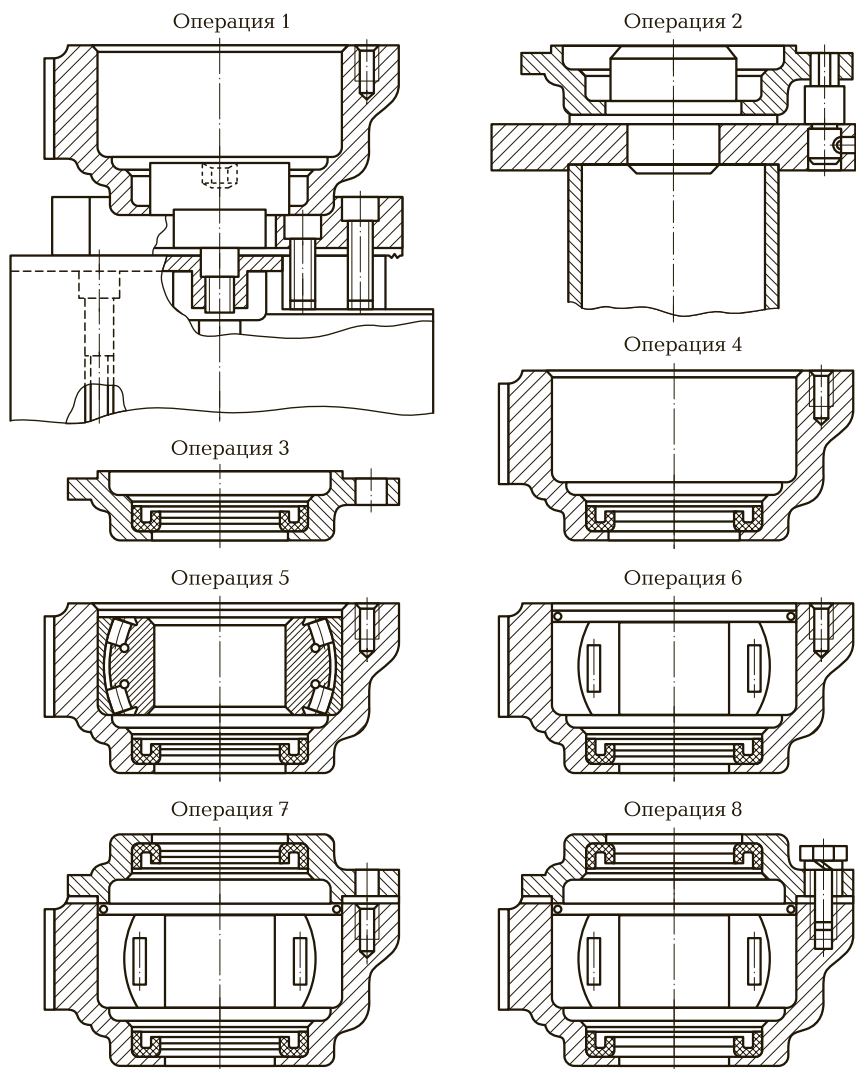


Рис. 12.12. Эскизы выполнения операций сборки подшипникового узла на роботизированном сборочном комплексе

7. Сборка крышки с корпусом.

8. Установка трех винтов со стопорными шайбами.

Сборка производится на специально оборудованном комплексе, в состав которого помимо промышленного робота входят:

- магазин сборочных инструментов, выполненный в виде пятипозиционного поворотного стола;
- две рабочие позиции, обеспечивающие установку и фиксацию базовых деталей (корпус, крышка);
- транспортер, обеспечивающий подачу корпуса и крышки на рабочую позицию;
- магазин деталей (число магазинов соответствует числу деталей собираемого узла).

Типовой технологический процесс сборки состоит из двух групп операций:

- загрузочно-установочные — установка корпуса и крышки в соответствующие приспособления (операции 1 и 2); загрузка выходного магазина-накопителя собранными узлами;
- сборочные — запрессовка резиновых манжет в крышку и корпус (операции 3 и 4); запрессовка подшипника в корпус (операция 5); установка картонной прокладки на корпусе (операция 6); установка крышки на корпус (операция 7); установка и завинчивание болтов со стопорными шайбами (операция 8). Для выполнения этих операций используют инструменты, описанные ранее.

Последовательность движений робота при выполнении всех сборочных операций по приведенной схеме однотипны:

- захват из магазина соответствующего сборочного инструмента;
- выполнение сборочной операции;
- установка в магазин использованного сборочного инструмента.

12.5. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СБОРКИ

На практике автоматическую сборку применяют при сборке несложных узлов, состоящих, в большинстве случаев, из мелких деталей (например, штифтов, шайб, втулок). Автоматизация осуществляется за счет использования специальных вращающихся устройств, как правило, пневматического действия. Одно из таких устройств показано на рис. 12.13, а. Устройство состоит из бараба-

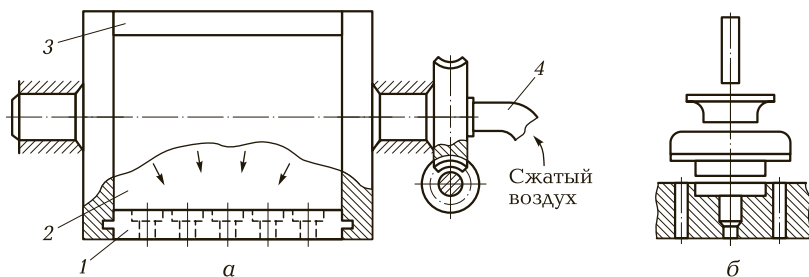


Рис. 12.13. Сборка узлов в барабане с подводом сжатого воздуха:
а — схема барабана: 1 — съемная доска; 2 — детали; 3 — барабан; 4 — трубопровод;
б — конструкция собираемого узла

на 3, имеющего горизонтальную ось вращения. В одной из стенок барабана установлена съемная доска 1. В доске выполнены гнезда со сквозными отверстиями. Размер отверстий соответствует размеру соединяемых деталей 2. Подлежащие сборке детали загружаются в барабан навалом.

Под воздействием сжатого воздуха, подаваемого в барабан по трубопроводу 4, детали перемещаются и ориентируются по гнездам с отверстиями. После заполнения всех гнезд съемная доска переставляется в следующий барабан, а ее место занимает новая.

Во втором барабане операция повторяется. Доска переставляется из барабана в барабан до тех пор, пока все детали собираемого узла не займут свои места в гнездах сменной доски (рис. 12.13, б).

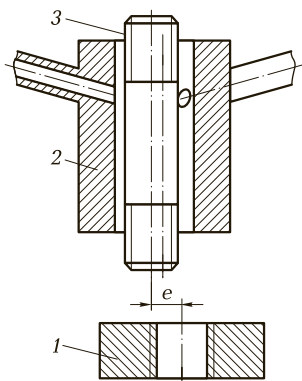


Рис. 12.14. Схема сборки вихревым методом:
 1, 3 — собираемые детали; 2 — ориентирующая труба; e — отклонение собираемых деталей друг от друга

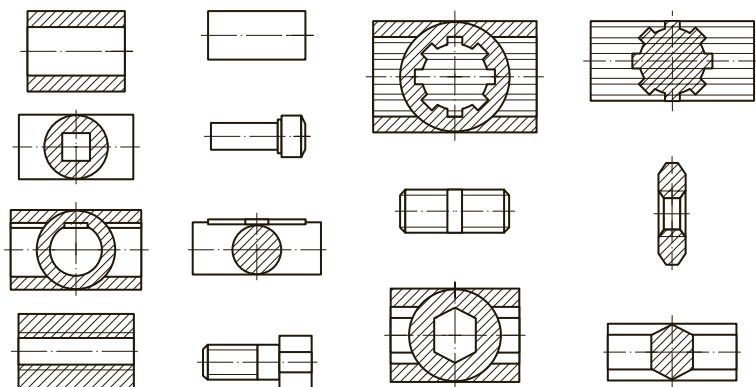


Рис. 12.15. Характерные пары, собираемые вихревым методом

Автоматическая сборка соединений с зазорами также может осуществляться в специальных автоматических установках во вращающемся потоке воздуха (вихревым методом).

Такая установка представляет собой трубу (рис. 12.14), в которой создают вращающийся вихревой поток. Деталь 3 помещают в трубу 2 с зазором 1...5 мм. Под воздействием вращающегося потока воздуха деталь совершает колебательные движения, траектория которых зависит от параметров детали и трубы и характеристики вихревого потока.

Метод относительной ориентации деталей во вращающемся потоке воздуха характеризуется наличием осевой силы, которая создается этим потоком и может достигать 100 Н. Наиболее целесообразно применение этого метода для выполнения соединения пар деталей, конструкции которых приведены на рис. 12.15.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что следует понимать под технологичностью конструкции?
2. Какие основные операции входят в типовой технологический процесс?
3. По каким признакам классифицируют промышленные роботы?
4. Какими основными параметрами характеризуются промышленные роботы?
5. Почему при эксплуатации промышленных роботов применяют различные системы координат?

6. Как связаны число степеней свободы промышленного робота и тип его системы координат с рабочей зоной?
7. Какие типы захватных устройств применяют в промышленных роботах и каковы достоинства и недостатки каждого из них?
8. Каковы особенности промышленных роботов, применяемых для выполнения сборочных операций?
9. Какие сборочные инструменты применяют для промышленных роботов?
10. Почему при компоновке роботизированных комплексов используют различные схемы расположения оборудования?

Список литературы

1. Машиностроение : энциклопедия. — Т. III — 5 : Технология сборки в машиностроении / [А.А.Гусев, В.В.Павлов, А.Г.Андреев и др.]; под общ. ред. Ю.М.Соломенцева. — М. : Машиностроение, 2001. — 640 с.
2. *Покровский Б. С.* Механосборочные работы (базовый уровень) : учеб. пособие / Б.С.Покровский. — 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2009. — 80 с. — (Слесарь).
3. *Покровский Б. С.* Механосборочные работы повышенной сложности : учеб. пособие / Б.С.Покровский. — М. : Издательский центр «Академия», 2007. — 80 с. — (Слесарь).
4. *Покровский Б. С.* Основы слесарного дела : учебник для нач. проф. образования / Б.С.Покровский. — 4-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 320 с.
5. *Покровский Б. С.* Основы технологии сборочных работ : учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.С.Покровский. — М. : Издательский центр «Академия», 2004. — 160 с.
6. *Покровский Б. С.* Охрана труда в металлообработке : учеб. пособие. — М. : Издательский центр «Академия», 2009. — 64 с.
7. *Покровский Б. С.* Сборник заданий по специальной технологии для слесарей : учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.С.Покровский, В.А.Скакун. — 4-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 176 с.
8. *Покровский Б. С.* Справочник слесаря : учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.С.Покровский, В.А.Скакун. — 4-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 384 с.
9. *Покровский Б. С.* Технические измерения в машиностроении : учеб. пособие / Б.С.Покровский, Н.А.Евстигнеев. — Издательский центр «Академия», 2007. — 80 с.
10. Справочник слесаря-монтажника технологического оборудования / [П.П.Алексеенко, Л.А.Григорьев, В.И.Голованов и др.]; под общ. ред. П.П.Алексеенко, Л.А.Григорьева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 2002. — 672 с. — (Серия справочников для рабочих).
11. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / [А.Г.Суслов, В.П.Федоров, О.А.Горленко и др.]; под общ. ред. А.Г.Суслова. — М. : Машиностроение, 2006. — 448 с. — (Библиотека технолога).

Введение	3
Глава 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ	7
1.1. Подготовка деталей к сборке	7
1.2. Технические требования к машинам, сборочным единицам и деталям	11
1.3. Технологическая документация на сборку и основы построения технологического процесса	11
1.4. Организационные формы и методы сборки	15
1.5. Контроль качества сборки	18
1.6. Правила и нормы безопасного выполнения сборочных работ	19
1.7. Пожарная безопасность	20
1.8. Режимы труда и отдыха	23
1.9. Оказание первой помощи при несчастных случаях	24
Глава 2. НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА	29
2.1. Паяные соединения и их сборка	29
2.2. Лужение	38
2.3. Склеивание	39
2.4. Клепка	41
2.5. Соединение методом пластического деформирования (вальцевание)	49
2.6. Соединения с гарантированным натягом (прессовые соединения)	50
2.7. Подготовка поверхностей под сварку	56
Глава 3. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА	63
3.1. Резьбовые соединения и их сборка	63
3.2. Трубопроводные системы и их сборка	72
3.3. Шпоночные соединения и их сборка	78
3.4. Шлицевые соединения и их сборка	82
3.5. Клиновые и штифтовые соединения и их сборка	86
Глава 4. МЕХАНИЗМЫ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ И ИХ СБОРКА	90
4.1. Соединительные муфты и сборка составных валов	90

4.2. Подшипниковые узлы с подшипниками скольжения и их сборка.....	104
4.3. Подшипниковые узлы с подшипниками качения и их сборка.....	117
Глава 5. МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДАЧИ ДВИЖЕНИЯ И ИХ СБОРКА.....	141
5.1. Ременные передачи и их сборка.....	141
5.2. Цепные передачи и их сборка.....	149
5.3. Зубчатые передачи и их сборка.....	155
5.4. Фрикционные передачи и их сборка.....	178
Глава 6. МЕХАНИЗМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ И ИХ СБОРКА.....	182
6.1. Передачи винт — гайка и их сборка.....	182
6.2. Кривошипно-шатунный механизм и его сборка.....	187
6.3. Механизм клапанного распределения и его сборка.....	197
6.4. Эксцентриковый механизм и его сборка.....	201
6.5. Кулисный механизм и его сборка.....	203
6.6. Храповой механизм и его сборка.....	205
6.7. Кулачковые и реечные механизмы и их сборка.....	207
Глава 7. МЕХАНИЗМЫ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ И ИХ СБОРКА.....	211
7.1. Назначение и конструкция направляющих.....	211
7.2. Сборка узлов с направляющими.....	214
Глава 8. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ И ИХ СБОРКА.....	226
8.1. Гидравлические приводы и их сборка.....	226
8.2. Пневматические приводы и их сборка.....	257
Глава 9. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА.....	264
9.1. Классификация и назначение грузоподъемных устройств.....	264
9.2. Такелажная оснастка и строповка грузов.....	274
9.3. Требования безопасности при выполнении грузоподъемных и такелажных работ.....	284
Глава 10. ИСПЫТАНИЕ, ОТДЕЛКА И УПАКОВКА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	288
10.1. Испытание оборудования.....	288
10.2. Внешняя окраска и отделка оборудования.....	302
10.3. Консервация и упаковка готовой продукции.....	305
Глава 11. УСТАНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТО ПОСТОЯННОЙ РАБОТЫ.....	308
11.1. Способы установки оборудования на место постоянной работы.....	308

11.2. Регулирование положения оборудования на месте постоянной работы	315
11.3. Закрепление оборудования на фундаменте	320
Глава 12. ПОНЯТИЕ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРОЧНЫХ РАБОТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ	323
12.1. Общие сведения об автоматизации сборочных работ	323
12.2. Технологические процессы автоматической сборки.....	324
12.3. Технологическое оборудование для автоматизации сборочных работ.....	325
12.4. Автоматизация сборочных процессов с использованием промышленных роботов	328
12.5. Специальные методы автоматической сборки	345
Список литературы	349

Учебное издание

Покровский Борис Семёнович

Слесарно-сборочные работы

Учебник

10-е издание, стереотипное

Редактор *С. А. Передкова*

Технический редактор *Н. И. Горбачёва*

Компьютерная верстка: *В. А. Крыжко*

Корректор *О. В. Попова*

Изд. № 710204084. Подписано в печать 21.11.2016. Формат 60×90/16.
Гарнитура «Балтика». Усл. печ. л. 22,0.

ООО «Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1.

Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № РОСС RU.ПЩ01.Н00695 от 31.05.2016.