

**Б. С. ПОКРОВСКИЙ**

# ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ СЛЕСАРЕЙ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ РАБОТ

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

*Регистрационный номер рецензии 358  
от 04 октября 2010 г. ФГУ «ФИРО»*

3-е издание, исправленное



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2016

УДК 683.3(075.32)

ББК 34.68я722

П487

Рецензенты:

доцент кафедры «Металлорежущие станки» МГТУ им. Н. Э. Баумана,  
канд. техн. наук *Л. И. Верина*;  
преподаватель спецдисциплин ФГОУ СПО «Мытищинский машиностроительный  
техникум» *В. А. Базлов*

**Покровский Б. С.**

П487

Производственное обучение слесарей механосборочных работ :  
учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования /  
Б. С. Покровский. — 3-е изд., испр. — М. : Издательский центр  
«Академия», 2016. — 208 с.

ISBN 978-5-4468-3019-0

Рассмотрены технологические процессы сборки основных типов соединений, сборочных единиц и механизмов в целом. Даны рекомендации по использованию типовых инструментов и приспособлений в процессе сборки. Второе издание переработано и дополнено сведениями о сборке фрикционных приводов и передач, а также о такелажных и погрузочно-разгрузочных работах и правилах их безопасного выполнения.

Учебное пособие может быть использовано при освоении междисциплинарных курсов, входящих в профессиональный цикл профессии «Слесарь».

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

УДК 683.3(075.32)

ББК 34.68я722

*Учебное издание*

**Покровский Борис Семёнович**

**Производственное обучение слесарей механосборочных работ**

**Учебное пособие**

3-е издание, исправленное

Редактор *О. В. Попова*. Технический редактор *Е. Ф. Коржуева*  
Компьютерная верстка: *Р. Ю. Волкова*. Корректор *С. Ю. Свиридова*

Изд. № 703206052. Подписано в печать 15.02.2016. Формат 60 × 90/16.  
Гарнитура «Балтика». Усл. печ. л. 13,0.

ООО «Издательский центр «Академия». [www.academia-moscow.ru](http://www.academia-moscow.ru)  
129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1. Тел./факс: (495) 648-0507, 616-0029.  
Санитарно-эпидемиологическое заключение № РОСС RU. АЕ51. Н 16679 от 25.05.2015.

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

© Покровский Б. С., 2004  
© Покровский Б. С., 2016, с изменениями  
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2016  
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2016

ISBN 978-5-4468-3019-0

## Уважаемый читатель!

Данное учебное пособие является частью учебно-методического комплекта по профессии «Слесарь».

Учебно-методические комплекты нового поколения включают в себя традиционные и инновационные учебные материалы, позволяющие обеспечить изучение общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей. Каждый комплект содержит учебники и учебные пособия, средства обучения и контроля, необходимые для освоения общих и профессиональных компетенций, в том числе и с учетом требований работодателя.

Учебные издания дополняются электронными образовательными ресурсами. Электронные ресурсы содержат теоретические и практические модули с интерактивными упражнениями и тренажерами, мультимедийные объекты, ссылки на дополнительные материалы и ресурсы в Интернете. В них включены терминологический словарь и электронный журнал, в котором фиксируются основные параметры учебного процесса: время работы, результат выполнения контрольных и практических заданий. Электронные ресурсы легко встраиваются в учебный процесс и могут быть адаптированы к различным учебным программам.

## Предисловие

Основная задача машиностроения заключается в создании новой техники, соответствующей современному уровню развития всех остальных отраслей промышленного производства. Такая техника должна обеспечить повышение производительности труда за счет снижения доли ручного труда в общем объеме производства.

Сборочные работы тесно связаны со всеми предыдущими операциями, от выполнения которых зависит конечное качество собранной продукции, причем, если требуется создание машин и механизмов особо высокого качества, то их сборка в этом играет решающую роль.

Учитывая влияние сборочных работ на качество готовой продукции, следует обратить внимание на совершенствование технологических процессов сборки.

Сборочные процессы в машиностроительном производстве характеризуются низким уровнем механизации и автоматизации, что обусловлено главным образом несоответствием конструкций деталей требованиям автоматической сборки, т. е. низкой технологичностью конструкций и низкой унификацией конструктивных элементов изделий. Это приводит к тому, что при выполнении сборочных работ по сравнению с механической обработкой значительно в меньшей степени применяются средства механизации и автоматизации, а это в свою очередь обуславливает повышенные требования к квалификации слесарей-сборщиков.

Поскольку машиностроение обеспечивает оснащение современной техникой всех без исключения отраслей промышленности, необходимо обеспечить подготовку рабочих такой квалификации, которая позволила бы создавать отечественную машиностроительную продукцию на уровне лучших зарубежных образцов.

В учебном пособии дается подробное описание типовых технологических процессов и некоторых особенностей сборки соединений и узлов, которые наиболее часто встречаются в машиностроительном производстве.

# ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

## 1.1. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

При сборке и монтаже производственного оборудования часто приходится поднимать и перемещать значительные тяжести. В соответствии с правилами безопасности труда подросткам моложе 16 лет запрещены подъем и перенос тяжестей. Исходя из физиологических особенностей организма подросткового возраста разрешается поднимать и переносить детали и сборочные единицы массой не более 16 кг.

Основой, обеспечивающей безопасное выполнение сборочных работ, является четкая организация труда и рабочего места слесаря механосборочных работ.

В наибольшей степени безопасность труда определяется состоянием рабочих инструментов. Инструменты непременно должны находиться в исправном состоянии и периодически проходить испытания на безопасность их применения в целях предупреждения травматизма.

Все мероприятия, связанные с безопасностью выполнения работ, проводятся в три этапа:

- подготовка к работе;
- ведение работ;
- завершающие действия работника по окончании смены.

**Перед началом работы** следует придерживаться следующих правил:

- надев рабочую одежду, необходимо проверить, нет ли на ней свисающих концов: рукава должны быть либо застегнуты, либо закатаны выше локтя;

- удалить с рабочего места посторонние предметы, при необходимости включить местное освещение; разложить рабочие и измерительные инструменты, приспособления и материалы так, чтобы ими было удобно пользоваться;
- убедиться в исправности рабочих инструментов и приспособлений; проверить состояние электрического и пневматического инструмента и срок его переосвидетельствования.

**Во время работы** необходимо:

- пользоваться только исправными инструментами и приспособлениями, которые указаны в технологической документации на сборку;
- не останавливать вращающийся инструмент руками или какими-либо посторонними предметами;
- при выполнении прессовых операций все перемещения детали осуществлять только при неподвижном штоке прессы;
- укладывать детали в тару или на стеллажи; при укладывании деталей в штабель помнить, что его высота не должна превышать 1 м;
- при запрессовке следить за тем, чтобы детали были установлены без перекоса;
- удерживать гидравлические скобы только за рукоятки;
- при работе с растворителями применять резиновые перчатки и соблюдать правила пожарной безопасности;
- при работе с абразивными инструментами строго соблюдать действующие инструкции;
- помнить, что работы с пневматическим инструментом должны выполняться только лицами старше 18 лет.

**По окончании смены** следует:

- отключить все механизмы и убрать рабочий инструмент;
- очистить рабочее место от продуктов обработки и в случае необходимости произвести смазывание оборудования;
- слить использованные растворители в специальную тару для утилизации;
- убрать использованный обтирочный материал в специальный металлический ящик.

## 1.2. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РУЧНОГО МЕХАНИЗИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА

**Электроинструмент**, применяемый при выполнении механосборочных работ, должен отвечать следующим требованиям:

- ручной электроинструмент должен подключаться к сети напряжением не более 42 В (в тех случаях, когда подключение инструмента к такой сети невозможно, допускается его подключение к сети напряжением 220 В). При этом необходимо предусмотреть защитное отключение или наружное заземление корпуса. При работе электроинструментом, подключенным к сети напряжением 220 В, обязательным является использование средств электрозащиты: резиновые коврики, диэлектрические перчатки и т. п.);
- кабели и провода для обеспечения их целостности (защита от излома и истирания) должны подводиться к электроинструменту через эластичную трубку длиной не менее пяти диаметров кабеля, которая устанавливается в корпусе электроинструмента;
- рабочие органы электроинструмента должны иметь защитные кожухи;
- в случае обнаружения неисправностей работа с электроинструментом должна быть немедленно прекращена;
- разборка и ремонт электроинструмента, штепсельных разъемов и проводов разрешается только персоналу, осуществляющему обслуживание электроинструмента (самостоятельный ремонт категорически запрещен).

**Ручной пневматический инструмент**, применяемый при выполнении механосборочных работ, должен отвечать следующим требованиям:

- рабочая часть инструмента не должна иметь повреждений (трещин, выбоин, заусенцев) и должна быть правильно заточена;
- боковые грани инструмента не должны иметь острых ребер;
- хвостовая часть инструмента, устанавливаемая в присоединительное устройство, должна плотно прилегать к стенкам этого устройства и обеспечивать надежное центрирование инструмента;
- на хвостовой части инструмента не должно быть повреждений;
- сверлильные машины, виброзубила, гайковерты и другие пневматические инструменты должны быть снабжены виброгасящими устройствами;
- инструмент должен быть оборудован глушителями выхлопов воздуха и не допускать попадания отработанного сжатого воздуха на работника, загрязняя его дыхание;
- ударные инструменты должны быть оборудованы устройствами, не допускающими вылета рабочего инструмента.

При работе с пневматическим инструментом следует соблюдать следующие меры безопасности:

- перед присоединением воздушного шланга к инструменту его необходимо продуть, направляя струю воздуха в ту зону, в которой не наблюдается присутствия людей;
- присоединение шланга к инструменту следует производить при помощи штуцера, ниппеля или стяжных хомутов;
- крепление шланга к инструменту или присоединительной трубке проволокой категорически запрещено;
- шланг пневматического инструмента к централизованной сети сжатого воздуха присоединяют, используя вентиль, обеспечивающий перекрытие подачи сжатого воздуха (присоединение шланга непосредственно к магистрали централизованной подачи сжатого воздуха категорически запрещено);
- отсоединяя шланг пневматического инструмента, необходимо сначала перекрыть вентиль, соединяющий шланг с централизованной магистралью подачи сжатого воздуха;
- проверить работу пневматического инструмента на холостом ходу до установки рабочего инструмента, включив его на непродолжительное время;
- при выполнении работ с применением пневматического инструмента не допускается натягивание и перегибание воздушных шлангов;
- подача воздуха к пневматическому инструменту осуществляется только после того, как инструмент будет установлен в рабочее положение.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

---

1. В какой последовательности следует проводить подготовку рабочего места к началу рабочего дня?
2. Какова последовательность действий на этапе завершения рабочей смены?
3. Какие меры безопасности необходимо предпринимать при работе с электроинструментом, подключенным к электросети напряжением 220 В?
4. Что следует предпринять при обнаружении неисправностей электроинструмента?
5. Какими устройствами должны быть оборудованы механизированные инструменты с пневматическим приводом?
6. Как следует подсоединять шланг подачи сжатого воздуха к пневматическому инструменту?



# ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ

## 2.1. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ

Главные принципы при составлении технологического процесса сборки — обеспечение высокого качества собранной продукции, достижение наибольшей производительности и экономичности сборочного производства на основе широкого применения автоматизированных и механизированных сборочных инструментов, приспособлений и оборудования.

Проектирование технологического процесса сборки основано на определении ее рациональной последовательности и установлении наиболее прогрессивных методов сборки. При выборе инструментов, приспособлений и оборудования для выполнения сборочного процесса главным является требование обеспечения высокого качества выполнения работ и максимального уровня их механизации, а при выборе методов и технических средств контроля — качество выполнения сборочных процессов.

Разработка технологического процесса сборки осуществляется в соответствии со стандартами ЕСТД (Единая система технологической документации) и ЕСТПП (Единая система технологической подготовки производства).

При использовании стандартов ЕСТПП удается достигнуть повышения уровня применения типовых технологических процессов и стандартной переналаживаемой оснастки до 60 %. Помимо этого использование стандартов ЕСТПП позволяет значительно повысить производительность труда при выполнении сборочных работ (до 30 % в единичном и мелкосерийном производстве и до 10 % — в серийном).

При разработке технологических процессов одновременно с ЕСТПП и ЕСТД применяют стандарты ЕСКД (Единая система конструкторской документации), ССБТ (Система стандартов безопасности труда) и ГСИ (Государственная система обеспечения единства измерений), что позволяет значительно сократить срок разработки технологических процессов сборки и повысить их качество.

К числу стандартов ГСИ относятся ГОСТ 125—79\*, ГОСТ 8.009—84, ГОСТ 8.002—86\*, ГОСТ 12.3.009—76\*.

Система стандартов безопасности труда ССБТ включает в себя ГОСТ 12.1.004—91\*, ГОСТ 12.3.002—75\*, ГОСТ 12.1.001—89, ГОСТ 12.2.002.4—91; ГОСТ 12.2.029—88\*, ГОСТ 12.1.003—83\* и др.

Для того чтобы разработать технологический процесс сборки машин, необходимо иметь следующую документацию:

- сборочный чертеж, который должен содержать спецификацию собираемого механизма, обеспечивающую четкое понимание устройства собираемой машины или механизма;
- чертежи деталей, входящих в данный механизм;
- технические требования к собираемому механизму;
- проекции и разрезы в количестве, позволяющем достаточно быстро разобраться в конструкции механизма или машины;
- размеры, нанесенные на чертеж, должны быть обеспечены в процессе сборки;
- характер посадок (зазоры и натяги), указанных на чертеже, в соединениях деталей машины или механизма;
- особые технические требования, которые должны быть выполнены в процессе сборки.

Перед началом разработки технологического процесса необходимо выделить и проанализировать требования, определяющие качество сборки машины или механизма.

Как правило, эти требования сводятся к соблюдению точности взаимного положения деталей собираемой машины или механизма, точности передачи вращательного или поступательного движения.

## 2.2.

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ

Исходным этапом перед составлением технологического процесса сборки является изучение сборочного чертежа и анализ точности конструкции в целом и отдельных ее элементов. На основе этого анализа проводят разбивку изделия на сборочные единицы исходя из следующих принципов:

- сборочная единица должна быть небольшой по габаритным размерам и массе и содержать минимально возможное число деталей, как правило, не более 10;
- при монтаже сборочной единицы в машину или механизм она не должна подвергаться разборке;
- трудоемкость сборки всех сборочных единиц машины или механизма должна быть приблизительно одинакова;
- после разбивки изделия на сборочные единицы разрабатывают технологическую схему сборки отдельных сборочных единиц и изделия в целом.

Следующий этап составления технологического процесса — разделение его на операции и переходы. Разработку порядка выполнения сборочных операций и определение их содержания необходимо проводить взвешенно, с учетом альтернативных вариантов, решая:

- нельзя ли конкретную сборочную операцию совместить с одной или несколькими другими сборочными операциями, разделив рассматриваемую операцию на переходы;
- нельзя ли данную сборочную операцию совместить с операцией контроля;
- можно ли упростить сборочную операцию, разделив ее на несколько самостоятельных операций.

При составлении технологического процесса сборки необходимо предусмотреть максимальный уровень механизации сборочных работ, возможность сокращения ручного труда; рациональное использование производственных ресурсов.

## 2.3. ДОКУМЕНТАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Техническую документацию сборочного процесса оформляют в соответствии с требованиями, установленными Единой системой технологической документации (ГОСТ 3.1407—86; ГОСТ 3.1105—2011 и ГОСТ 3.1129—93 и ГОСТ 3.11.30—93).

Карты технологического процесса сборки составляют на каждую сборочную единицу и на общую сборку механизма или машины. Для каждого рабочего места в операционную карту необходимо включить те операции, которые на этом рабочем месте выполняются.

Слесарю механосборочных работ не требуются детальные и сборочные чертежи изделия, ему необходима четкая, с исчерпы-

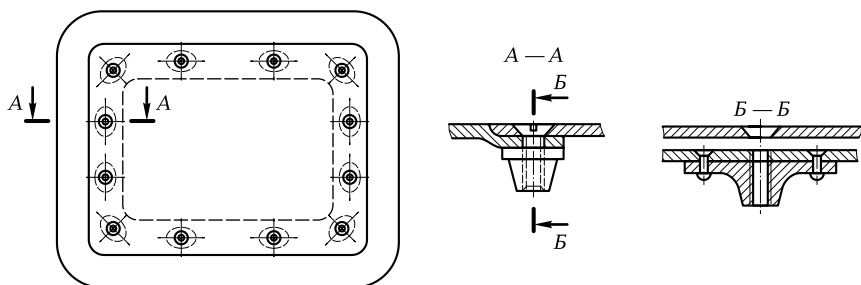


Рис. 2.1. Крышка люка с окантовкой

вающими данными карта технологического процесса, прикладываемая к ней карта эскизов и комплектовочная карта. Эти документы должны содержать всю необходимую информацию для осуществления сборки на данном конкретном рабочем месте.

В качестве примера рассмотрим технологическую карту (табл. 2.1) операции сборки крышки люка с окантовкой по сборочным отверстиям на контрольные болты с установкой анкерных гаек (рис. 2.1).

**Таблица 2.1. Технологическая карта сборки крышки люка с окантовкой по сборочным отверстиям на контрольные болты с установкой анкерных гаек**

Номер перехода	Содержание перехода	Оборудование, оснастка и инструмент
1	Собрать крышку люка с окантовкой по сборочным отверстиям на два контрольных болта	Отвертка
		Торцовый ключ
2	Сверлить окантовку с крышкой	Пневматическая или электрическая сверлильная машина
		Сверло
3	Зенковать отверстия в крышке люка	Зенковка, электрическая или пневматическая сверлильная машина
4	Переставить контрольные болты, рассверлить и зенковать отверстия	Торцовый ключ, сверло, зенковка
		Электрическая или пневматическая сверлильная машина
5	Разобрать соединение	Торцовый ключ

Номер перехода	Содержание перехода	Оборудование, оснастка и инструмент
6	Установить анкерные гайки по отверстиям в окантовке и закрепить барашковыми болтами	Торцовый ключ
		Барашковый болт
7	По отверстиям анкерных гаек сверлить отверстия в окантовке	Электрическая или пневматическая сверлильная машина, сверло
8	Зенковать отверстия в окантовке	Электрическая или пневматическая сверлильная машина
		Зенковка
9	Клепать анкерные гайки к окантовке, снять барашковые болты	Гидравлический или пневматический пресс
10	Установить на окантовку крышку люка и закрепить винтами	Отвертка под крестообразный шлиц
11	Проверить установку крышки люка на окантовку согласно требованиям чертежа; качество клепки; зенковку отверстий под болты	Калибр

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

---

1. Что является основой для построения технологического процесса сборки?
2. Какова роль стандартов ЕСТД и ЕСТПП в проектировании технологического процесса сборки?
3. Какая техническая документация необходима для разработки технологического процесса сборки?
4. В какой последовательности осуществляется составление технологического процесса сборки?

# СБОРКА НЕПОДВИЖНЫХ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

## 3.1. ЛУЖЕНИЕ

**Лужение** — процесс покрытия поверхности заготовки тонким слоем расплавленного олова или оловянно-свинцовыми сплавами (припоями). Эта операция осуществляется в целях защиты деталей от коррозии и окисления, подготовки поверхностей заготовок к паянию мягкими припоями, а также перед заливкой вкладышей подшипников скольжения баббитом. Перед лужением поверхности должны быть тщательно очищены, обезжирены и промыты.

В процессе выполнения работ, связанных с лужением, 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 качественной 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 в учебной мастерской;
- разжигать паяльную лампу без защитного кирпичного экрана;
- чрезмерно накачивать воздух в резервуар лампы.

5. Запрещается гасить лампу до закрытия регулирующего вентиля. Выпускать воздух из резервуара необходимо только после того, как лампа погашена, а горелка остыла.

6. Следует тщательно мыть руки после окончания работы.

Процесс лужения складывается из двух этапов: подготовка поверхностей к лужению и нанесение полуды на поверхность изделия.

**Подготовка поверхностей заготовок к лужению** сводится к следующему:

1. Очистить поверхность, подлежащую лужению, от следов окислы, коррозии и посторонних веществ при помощи корцовой щетки или напильника.
2. Промыть очищенную от механических загрязнений заготовку в 10%-ном растворе каустической соды и затем в воде.
3. Нанести на подлежащую лужению поверхность флюс и нагреть заготовку до температуры плавления полуды.

После подготовки поверхности к лужению приступают непосредственно к нанесению полуды на поверхность обрабатываемой заготовки. Полууда на поверхность заготовки может наноситься двумя способами: растиранием и погружением.

При **лужении растиранием**:

1. Нанести на подготовленную и предварительно нагретую поверхность заготовки порошок или мелкие кусочки полуды.
2. Растереть полууду после того, как она начнет оплаиваться по поверхности заготовки.

При **лужении погружением**:

1. Подготовить ванну с раствором хлорида цинка.
2. Подготовить ванну с расплавленной полуудой.
3. Погрузить подготовленную заготовку в ванну с хлоридом цинка примерно на 1 мин.
4. Погрузить заготовку в ванну с расплавленной полуудой на 2...3 мин.
5. Извлечь заготовку из ванны и проверить визуально распределение полуды по поверхности заготовки (равномерность покрытия и отсутствие вздутий).

## 3.2. СБОРКА СОЕДИНЕНИЙ ПАЙКОЙ

**Паяние** (пайка) — процесс получения неразъемного соединения двух или более деталей из однородных или разнородных материалов путем введения между ними присадочного материала. Суть процесса заключается в том, что расплавленный присадочный материал (припой) затекает в зазор между сопрягаемыми деталями и, диффундируя (проникая в промежутки между молекулами) в материал соединяемых деталей, обеспечивает их надежное соединение.

При выполнении соединений пайкой необходимо соблюдать правила **безопасного выполнения работ**:

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

Различают два вида пайки: мягкими припоями, температура плавления которых не превышает 400 °С, и твердыми припоями, температура плавления которых колеблется в интервале от 400 до 1 200 °С.

Для предохранения места спая от окисления при нагреве и обеспечения лучшего растекания припоя по поверхностям соединяемых деталей применяют специальные присадочные материалы — флюсы.

**Пайка мягкими припоями** применяется для соединений, прочность которых не превышает 100 МПа.

Для паяния мягкими припоями применяют паяльники непрерывного нагрева (электрические) и паяльники с периодическим подогревом паяльной лампой, возможно также применение газовых горелок, работающих на смеси газов пропан — бутан.

При выполнении работ, связанных с пайкой мягкими припоями, следует придерживаться следующих правил:

- перед процессом паяния необходимо проверить исправность паяльника, а также электропровода и электрической вилки;
- следует обеспечить плотное прилегание друг к другу соединяемых пайкой частей заготовки;
- необходимо протравить очищенное место спая раствором соляной кислоты и покрыть флюсом;
- паяние необходимо выполнять только хорошо прогретым и залуженным паяльником;
- запрещается перегревать паяльник;
- проверку качества паяния следует осуществлять внешним осмотром, на герметичность паяного шва и на прочность — перегибом.

**Пайка твердыми припоями** обеспечивает более прочное соединение спаиваемых частей заготовки по сравнению с пайкой



мягкими припоями. 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 пластической деформации (прокат, гибка, ковка и т. п.).

Подготовка поверхностей заготовок для соединения твердыми припоями и последовательность операций по его осуществлению несколько отличается от технологии пайки мягкими припоями:

- очистка поверхностей заготовок, подлежащих соединению твердым припоем, должна обеспечить абсолютную чистоту того места, где будет производиться паяние;
- пригонка должна сопровождаться отжигом соединяемых деталей в целях удаления остаточных напряжений в соединяемых деталях, так как в противном случае может произойти перекокс соединяемых паянием частей заготовки, что приведет к неполному заполнению места спая припоем.

Пустотелые детали должны иметь отверстия для выхода воздуха, так как при нагреве может произойти вспучивание или разрыв поверхности соединяемого изделия. При паянии твердыми припоями величина зазора между соединяемыми заготовками не должна превышать 0,2 мм;

- при паянии твердыми припоями, когда процесс нагрева требует достаточно большого временного интервала, заготовки следует надежно крепить во взаимном расположении друг к другу. Такое крепление осуществляется специальными приспособлениями или обвязыванием заготовок проволокой.

При выполнении пайки твердыми припоями следует придерживаться следующих правил:

- перед процессом паяния необходимо проверить работоспособность и исправность источника нагрева места спая;
- следует проверить качество очистки места спая, плотность пригонки поверхностей, соединяемых пайкой;
- необходимо протравить место пайки раствором соляной кислоты;
- необходимо нагреть место спая с прикрепленной пластиной припоя до температуры, близкой к температуре плавления припоя, используя муфельную печь или пламя газовой горелки;
- припой следует расположить в месте спая, обильно посыпать или смазать его флюсом (жидким или в виде порошка);
- продолжить разогрев места спая до полного расплавления припоя и заполнения им швов паяного соединения;

- оценить качество паяного соединения: визуально — на отсутствие непропаянных мест и простукиванием — на отсутствие трещин.

Типичные дефекты при паянии, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Типичные дефекты при паянии, причины их появления и способы предупреждения		
Дефект	Причина	Способ предупреждения
Непропаянный шов	Плохая зачистка места спая	Вновь зачистить непропаянное место и пропаять заново
	Паяние производилось недостаточно нагретым паяльником	Хорошо прогреть паяльник
Неровный шов	Паяние производилось недостаточно нагретым паяльником	Прогреть паяльник до достаточной температуры и пропаять шов
Наплывы припоя	Использовано слишком много припоя	При паянии с введением прутка легкоплавкого припоя в место спая продвигать прутки вместе с паяльником с такой скоростью, чтобы расплавленный припой равномерно, но не чрезмерно, заполнял зазор в месте спая
		При пайке тугоплавким припоем убирать прутки при заполнении шва в месте спая расплавленным припоем
		Зачистить место спая напильником
Излом в месте спая	Непропаянный шов	Перепаять шов заново
Припой не смачивает поверхность паяемого металла	Недостаточная активность флюса	Увеличить количество флюса или добавить в него фтористые соли

Дефект	Причина	Способ предупреждения
	Наличие на поверхности соединяемых деталей оксидной пленки, жировых отложений или других загрязнений	Лучше очищать поверхность перед пайкой
Припой при хорошей смачиваемости шва не затекает в зазор	Мал зазор между соединяемыми деталями	Подобрать оптимальный размер зазора
Трещины в шве	Значительная разница в коэффициентах теплового расширения припоя и материала соединяемых деталей	Подобрать припой, соответствующий материалу спаиваемых деталей
Смещения и перекосы в паяных соединениях	Некачественная фиксация соединяемых деталей перед пайкой	Исключить смещение соединяемых деталей в процессе кристаллизации припоя
Негерметичность шва	Шов имеет непропаянные участки	Зачистить место течи и пропаять шов заново

**Контроль паяного шва** осуществляется визуально. Основное внимание следует обратить на отсутствие раковин и пропусков в местах соединения. Прочность шва можно проверить на слух, простукивая детали соединения металлическим предметом, при этом не должно быть дребезжащего звука. Наилучший контроль паяного соединения обеспечивают методы дефектоскопии.

### 3.3. СБОРКА СОЕДИНЕНИЙ СКЛЕИВАНИЕМ

**Склеивание** — один из способов получения неподвижных неразъемных соединений деталей за счет введения между сопрягаемыми поверхностями деталей специального вещества, которое благодаря проявлению адгезии обеспечивает неподвижное соединение деталей.

Склеивание позволяет получать соединения деталей из разнородных, в том числе неметаллических, материалов. Существенным

недостатком клеевых соединений является их низкая термическая стойкость (менее 100 °С), склонность к ползучести при длительном воздействии нагрузок, склонность к старению, т. е. потеря свойств соединения с течением времени, а также длительная выдержка при полимеризации.

Технологический процесс склеивания вне зависимости от материала соединяемых деталей и марки клея состоит из следующих этапов:

- подготовка поверхностей к склеиванию;
- нанесение клея на соединяемые поверхности;
- выдержка во времени после нанесения клея на поверхности соединяемых деталей;
- совмещение склеиваемых поверхностей;
- очистка шва от подтеков клея;
- контроль качества клеевого соединения.

Ознакомившись с технологическим процессом выполнения клеевого соединения, подробно остановимся на последовательности выполнения его отдельных операций.

**Подготовка поверхностей** деталей соединения к склеиванию включает в себя:

- механическую пригонку поверхностей и придание им необходимой шероховатости за счет припиливания напильником;
- очистку поверхностей от продуктов обработки, пыли и грязи с применением проволочных (корцочных) щеток и ветоши;
- обезжиривание поверхностей, подлежащих склеиванию, бензином, ацетоном или другим растворителем, например уайт-спиритом.

**Нанесение клея** должно обеспечивать равномерную толщину клеевого слоя при условии отсутствия в нем пузырьков воздуха. Клеи могут быть жидкими, пастообразными или в виде клеящей пленки. Наиболее удобны при выполнении сборочных работ клеящие пленки, не требующие специального регулирования толщины клеевого слоя. Пастообразные клеи наносят на сопрягаемые поверхности кистью или шпателем. Для нанесения жидких клеев используют пульверизатор.

**Выдержка во времени** необходима после нанесения клеевого слоя на поверхности сопрягаемых деталей соединения, так как обеспечивает испарение влаги и летучих веществ из нанесенного клеевого слоя, и клей приобретает необходимую вязкость, которая способствует уменьшению усадки клеевого шва.

**Совмещение склеиваемых поверхностей** должно обеспечить фиксацию взаимного положения деталей соединения в процессе

склеивания и исключить возможность их самопроизвольного смещения. Осуществляется процесс совмещения и фиксации склеиваемых деталей с помощью струбцин или других зажимных приспособлений.

Процесс полимеризации клеевого состава, нанесенного между соединяемыми деталями, происходит при разных условиях (давление, температура). В зависимости от марки клеевого состава эти условия различаются в широких пределах:

- продолжительность выдержки — от 5 мин до 30 ч;
- давление — от 0,3 до 1 МПа;
- температура — от 5 до 250 °С.

В этой связи требования, предъявляемые к оборудованию для выдержки соединяемых деталей, достаточно разнообразны.

Для выдержки деталей клеевого соединения могут использоваться механические, гидравлические и пневматические прессы, установки с газовым и электрическим подогревом и целый ряд другого оборудования, выбор которого зависит от условий полимеризации клеевого слоя.

**Очистка шва от подтеков клея** осуществляется после его выдержки. Для очистки шва могут быть использованы напильники, рашпили и наждачная бумага.

**Контроль клеевого соединения** после его очистки от подтеков клея осуществляют визуально, а также испытанием на прочность и герметичность. Качество склеивания считается удовлетворительным, если разрушение произошло по материалу детали, а не по клеевому шву.

При выборе марки клея необходимо исходить из функциональных свойств и условий эксплуатации собранного с его помощью соединения.

Большое значение для прочности клеевого соединения имеет толщина клеевого слоя, причем увеличение толщины клеевого слоя снижает прочность соединения. Увеличение шероховатости поверхностей соединяемых деталей (в определенных пределах) обеспечивает повышение прочности клеевого соединения.

При соединении деталей склеиванием наиболее часто встречаются такие погрешности, как непроклеи, пониженная прочность, пористость, слишком толстый или тонкий слой клея, трещины, расслаивание клеевого слоя.

Поскольку в процессе склеивания происходит выделение вредных веществ, рабочее место должно оснащаться вытяжной вентиляцией.

### 3.4. СБОРКА ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Заклепочные соединения применяют при изготовлении металлических конструкций (ферм, балок, емкостей) в тех случаях, когда детали соединения плохо свариваются между собой, а их соединение при помощи резьбовых деталей по каким-либо причинам (технологическим, эксплуатационным или экономическим) нецелесообразно.

Наибольшее распространение получили заклепки со сплошным стержнем, которые изготавливают из пластичных материалов (стали, меди, латуни, алюминиевых сплавов).

Выполняя сборку соединений клепкой, отверстия под заклепки сверлят заранее. Сверление отверстий в обеих деталях соединения непосредственно в процессе клепки выполняют только в тех случаях, когда требуется особая точность в совпадении осей отверстий под заклепки.

Диаметр заклепки выбирают в зависимости от толщины пакета соединяемых деталей.

Для обеспечения точности и прочности соединения зазоры между заклепкой и стенками отверстий в соединяемых деталях должны выдерживаться в определенных пределах, поэтому диаметр отверстия под заклепку должен быть несколько больше диаметра заклепки. Диаметр сверла для обработки отверстия под заклепку выбирают, пользуясь следующими данными:

Диаметр заклепки, мм.....	2,0	2,3	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

Чтобы обеспечить высокое качество заклепочного соединения, длина стержня заклепки выбирается в зависимости от толщины скрепляемых листов и формы замыкающей головки. Для образования потайной замыкающей головки стержень должен выступать над поверхностью детали соединения на 0,8... 1,2 диаметра заклепки, для образования полукруглой головки — на 1,2... 1,5 диаметра заклепки.

При выполнении ручной клепки пользуются слесарными молотками с квадратным бойком, поддержками, натяжками, обжимками и чеканами.

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

Диаметр заклепки, мм.....	2,0...2,5	3,0...3,5	4,0...5,0	5,0...8,0
Масса молотка, г.....	100	200	400	500

*Поддержка* служит опорой при расклепывании стержня, ее масса должна быть больше массы молотка приблизительно в пять раз.

*Натяжка*, имеющая отверстие по диаметру, превышающее диаметр стержня заклепки на 0,2 мм, служит для обеспечения плотного соединения одной сопрягаемой детали с другой.

*Обжимка* предназначена для придания замыкающей головке заклепочного соединения требуемой формы.

*Чекан* представляет собой слесарное зубило с плоской рабочей частью и применяется в тех случаях, когда необходимо обеспечить герметичность заклепочного соединения.

Различают два метода клепки: прямой и обратный.

**Прямой метод** применяется в тех случаях, когда открыт доступ к закладной и замыкающей головкам заклепки. В этом случае удары наносят по стержню, выступающему над поверхностью одной из соединяемых деталей, образуя замыкающую головку.

**Обратный метод** применяется в тех случаях, когда доступ к замыкающей головке ограничен. В этом случае удары наносят по закладной головке, используя оправку с отверстием, форма которого соответствует форме закладной головки, и устанавливая под замыкающую головку поддержку.

Выполняют заклепочное соединение в следующей последовательности:

- выбирают разметочную базу (обработанные кромки одной из соединяемых деталей или осевые линии);
- наносят осевые линии, обозначающие центры отверстий под установку заклепок;
- выполняют керновые углубления в центрах отверстий под заклепки;
- сверлят отверстия под заклепки одновременно во всех деталях соединения, фиксируя их взаимное положение струбцинами;
- зенкуют отверстия под потайные головки заклепок (в случае необходимости);
- вводят заклепку в отверстие, выполненное в деталях соединения;
- подводят поддержку под закладную головку заклепки;
- осаживают детали в месте клепки, используя натяжку. Для этого натяжку устанавливают на стержень заклепки и ударами молотка по натяжке устраняют зазор между деталями заклепочного соединения;

- осаживают стержень заклепки, используя молоток;
- придают полученной головке необходимую форму, нанося молотком боковые удары;
- оформляют замыкающую головку окончательно при помощи обжимки.

Начинают клепку с крайних заклепок, перемещаясь к центру через два-три отверстия. После того как будут расклепаны центральные заклепки, производят клепку пропущенных заклепок.

Помимо глухих неподвижных соединений выполняют клепку шарнирных соединений (плоскогубцы, кусачки, пассатижи и т. п.).

Для соединения деталей из металла, фибры, картона, кожи и пластмассы применяют пустотелые заклепки. Последовательность выполнения работ при их применении такая же, как и при установке заклепок со сплошным стержнем.

При соединении крупных деталей применяют горячую клепку, которая выполняется с помощью пневматического клепального молотка в последовательности, описанной ранее, но в этом случае работу выполняют вдвоем.

Типичные дефекты клепки, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 3.2.

**Таблица 3.2. Типичные дефекты клепки, причины их появления и способы предупреждения**

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Перекося заклепки при расклепывании	Диаметр отверстия больше требуемого	Выбирать заклепку по диаметру отверстия
	Наносятся косые удары по стержню заклепки	Соблюдать правила клепки
Прогиб листовой заготовки при постановке заклепок	Диаметр стержня заклепки больше диаметра отверстия — заклепку в отверстие забивали	Заклепку из отверстия выбить, осадить прогнутое место, при необходимости исправить отверстие, просверлить его заново
Стержень заклепки при расклепывании изгибается	Слишком большой вылет стержня заклепки	Выбить заклепку из отверстия и заменить ее. Если заклепку удалить невозможно, необходимо укоротить стержень



Дефект	Причина	Способ предупреждения
Замыкающая головка не полная	Длина стержня заклепки меньше расчетной	Выбить заклепку из отверстия и заменить ее. Отсортировать заклепки по длине
«Вздутие» металла под головками заклепок при склепывании деталей из листового металла	Клепка произведена без осаживания листов натяжкой	Заклепку выбить из отверстия и повторить клепку с обязательным осаживанием скрепляемых листов
Вмятины на головках заклепок и склеиваемых деталях	Неаккуратная работа. Для замыкающих головок не производили обжимку	При образовании замыкающей головки обязательно пользоваться обжимкой

**Контроль собранного заклепочного соединения** осуществляется в большинстве случаев простукиванием и визуально.

Плотные соединения подвергают гидравлическим испытаниям на отсутствие течи.

### 3.5. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ (ВАЛЬЦЕВАНИЕ)

Сборка соединений методом пластической деформации применяется в тех случаях, когда требуется обеспечить прочность и герметичность соединения при незначительных натягах. Соединения этого типа широко применяют при сборке машин и механизмов. Наиболее часто для получения такого рода соединений используют вальцевание.

**Вальцевание** — процесс, при котором получение соединения обеспечивается за счет создания радиальных сил специальным инструментом (вальцовкой). Эти силы приводят к деформированию одной из деталей соединения, обеспечивая его прочность и герметичность.

**Вальцевание труб** — процесс увеличения диаметра конца трубы, установленной в отверстии. Для получения качественного соединения необходимо обеспечить зазор между стенкой отверстия в

наружной трубе и поверхностью внутренней трубы. Величина этого зазора считается нормальной, если составляет примерно 1 % от значения наружного диаметра внутренней трубы. Овальность и конусообразность отверстия наружной трубы не должна превышать 0,2 мм.

Качество вальцевания определяют на качку (труба не должна качаться в отверстии) и на отсутствие дребезжащего звука при нанесении легких ударов металлическим предметом по месту соединения.

### 3.6. СБОРКА СОЕДИНЕНИЙ С ГАРАНТИРОВАННЫМ НАТЯГОМ

По способу создания гарантированного натяга соединения подразделяют на продольно-прессовые и поперечно-прессовые.

*Поперечно-прессовые соединения* выполняют путем создания натяга между сопрягаемыми поверхностями за счет усилий, действующих перпендикулярно этим поверхностям. Сборка таких соединений осуществляется путем нагревания охватывающей детали или охлаждения охватываемой (при больших гарантированных натягах применяют комбинированный метод, т.е. охватывающую деталь нагревают, а охватываемую — охлаждают).

*Продольно-прессовые соединения* выполняются за счет запрессовки охватываемой детали в отверстие охватывающей. В результате процесса запрессовки обеспечивается неподвижность деталей соединения друг относительно друга. Величина сил, обеспечивающих неподвижность деталей соединения, определяется характером посадки охватываемой детали в отверстии охватывающей.

*Сборка соединений методом теплового воздействия* осуществляется следующим образом:

- детали, подлежащие тепловому воздействию, очищают от грязи и пыли, удаляют заусенцы и обезжиривают;
- проверяют соответствие размеров деталей требованиям чертежа;
- одну из деталей, подлежащих соединению, нагревают или охлаждают в специальных устройствах до заданной температуры;
- деталь, подвергшуюся тепловому воздействию, соединяют со второй деталью и выдерживают на воздухе до тех пор, пока температура соединения не достигнет температуры окружающей среды;
- отверстие в охватываемой детали обрабатывают, придавая ему заданные геометрические размеры и форму, и, в случае необхо-

димости, осуществляют фиксацию взаимного положения деталей соединения.

*Сборка с нагревом охватывающей детали* применяется в тех случаях, когда в соединении предусмотрены значительные натяги, существенно превышающие величины натягов, которые могут быть получены методом запрессовки. Помимо того, этот метод соединения обеспечивает повышенную по сравнению со сборкой соединений запрессовкой прочность. Наиболее целесообразно применение метода поперечно-прессовой сборки за счет нагрева охватывающей детали, когда охватываемая деталь выполнена из материала, имеющего высокий температурный коэффициент линейного расширения.

Температура нагрева, °С, охватывающей детали определяется по формуле

$$T_{\text{н}} = 0,015/(\alpha d_1) + 0,001/\alpha = 1/\alpha(0,015/d_1 + 0,001),$$

где  $\alpha$  — температурный коэффициент линейного расширения материала,  $10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ;  $d_1$  — диаметр отверстия, мм.

При увеличении температурного коэффициента линейного расширения материала  $\alpha$  температура нагрева охватывающей детали соединения понижается.

Реальная температура нагрева охватывающей детали соединения должна быть увеличена приблизительно на 25 % по сравнению с расчетной для обеспечения частичного охлаждения детали в процессе сборки соединения.

В зависимости от конструкции деталей для их нагрева применяют электрические или газовые печи, возможно применение для нагрева охватываемых деталей также установок индукционного нагрева.

В нагревательные устройства детали помещают, используя специальные поддоны или штыри, на которые эти детали надевают. Загрузку поддонов и штырей в нагревательные устройства ведут при помощи различного рода держателей или специальных загрузочных устройств.

*Сборка с охлаждением охватываемой детали* осуществляется с применением специальных устройств, выбор которых зависит от природы охладителя детали. Охладитель выбирают в зависимости от температуры, до которой необходимо охладить деталь.

Выбор того или иного метода охлаждения охватываемой детали зависит от величины натяга, который требуется получить в соединении.

Так, для охлаждения охватываемой детали до температуры  $-75^{\circ}\text{C}$  применяют твердую углекислоту («сухой лед»). Температура охлаждения охватываемой детали при помощи «сухого льда» может быть доведена до  $-100^{\circ}\text{C}$  за счет использования специальных холодильных машин.

Если для получения необходимого натяга в соединении требуется более низкая температура охлаждения охватываемой детали, то применяют сжиженные газы (воздух, кислород, азот).

Для опускания деталей в охлаждающую среду и их выемки необходимо использовать щипцы или специальные приспособления.

Использование охлаждающих сред сопряжено с необходимостью выполнения ряда мер безопасности:

- не допускается попадание жидкого кислорода на спецодежду, так как ткань, впитывая кислород, становится взрывоопасной;
- сжиженные газы должны храниться в специальной таре (сосудах Дьюара) в отдельном безопасном в пожарном отношении помещении;
- отверстия сосудов, в которых хранится газ, не должны быть плотно закрыты, так как это может привести к взрыву в результате повышения давления в сосуде вследствие испарения газа.

**Сборка соединений методом запрессовки** достаточно широко распространена при сборке деталей машин. Сущность процесса сборки таких соединений состоит в том, что к одной из соединяемых деталей (охватываемой) прикладывается осевая сила, под действием которой эта деталь перемещается относительно другой (охватывающей) детали.

В связи с тем что диаметр отверстия охватывающей детали меньше диаметра наружной поверхности охватываемой детали, их соединение возможно только при приложении к охватываемой детали такого усилия, при котором в дальнейшем не требуется фиксация положения одной детали соединения относительно другой.

Следует отметить, что при уменьшении шероховатости сопрягаемых поверхностей деталей соединения уменьшается прочность этого соединения.

При запрессовке необходимо обеспечить совпадение осей охватывающей и охватываемой деталей, что достигается за счет применения специальных приспособлений с «плавающим» основанием, которые обеспечивают направление движения охватываемой детали вдоль оси охватывающей в процессе запрессовки.

Запрессовка охватываемой детали в охватывающую может осуществляться вручную с применением специальных центрирую-

щих оправок. Усилие запрессовки в этом случае создают при помощи молотка. Во избежание повреждения охватываемой детали при ее запрессовке в отверстие охватывающей детали между деталью и молотком следует устанавливать прокладку, выполненную из мягкого материала. Ручная запрессовка может быть также выполнена за счет применения ручного механизированного оборудования (ручной винтовой пресс, реечный или пневматический пресс).

При необходимости получения больших усилий при запрессовке применяют стационарное оборудование (универсальные или специальные прессы) с разными типами приводов (механические, гидравлические, пневматические), выбор которых зависит от величины усилия, необходимого для получения соединения.

В целях уменьшения усилия запрессовки рекомендуется применять смазочные материалы (жидкие или твердые), которые наносят на сопрягаемые поверхности соединяемых деталей перед запрессовкой.

### 3.7. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ СОЕДИНЕНИЙ ПОД СВАРКУ

Сварные соединения достаточно широко применяют в конструкциях деталей машин и механизмов. Прочность таких соединений близка к прочности цельных конструкций, но трудоемкость их изготовления значительно ниже.

Для получения сварных соединений применяют дуговую ручную, полуавтоматическую и автоматическую сварку, сварку под слоем флюса и в среде защитных газов, а также газовую сварку.

Выполнение сварного соединения требует ряда вспомогательных операций, связанных с подготовкой деталей к сварке:

- разделка кромок, т. е. придание поверхностям, по которым осуществляется соединение, определенных геометрических размеров и формы;
- фиксация взаимного расположения деталей (заготовок) с обеспечением необходимых зазоров между ними.

**Разделка кромок** осуществляется вручную опиливанием или рубкой. При разделке кромок целесообразно применение ручного механизированного инструмента (рубильные молотки, шлифовальные головки).

Помимо того, заданная форма кромок может быть получена при производстве заготовок (литье, штамповка, ковка). В этом слу-

чае кромки должны быть очищены от окалины, коррозии и иных загрязнений, промыты и высушены.

**Фиксация взаимного расположения деталей (заготовок)** свариваемой конструкции осуществляется при помощи специальных и универсальных приспособлений.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

---

1. От чего зависит выбор способа пайки?
2. Когда следует использовать пайку твердыми припоями?
3. От чего зависит выбор длины стержня заклепки?
4. Почему при клепке высокоточных соединений отверстия сверлят одновременно в обеих деталях соединения?
5. Почему при выполнении клеевого соединения деталям целесообразно придавать повышенную шероховатость?
6. Почему рабочее место при выполнении пайки и склеивания необходимо оборудовать вытяжной вентиляцией?
7. От чего зависит выбор способа получения соединения с гарантированным натягом?
8. Почему при выполнении соединений методом теплового воздействия необходимо тщательно очищать и обезжиривать детали, подвергаемые этому воздействию?
9. С какой целью при запрессовке применяют смазочные материалы?
10. Почему при запрессовке необходимо использовать центрирующие приспособления?

# СБОРКА РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

## 4.1. СБОРКА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

На долю резьбовых соединений в деталях машин приходится до 25 % от общего числа соединений. Объясняется это простотой конструкции резьбового соединения, надежностью, удобством сборки и разборки, а также простотой регулировки.

В зависимости от функционального назначения резьбовые соединения должны обеспечивать:

- неподвижность соединяемых деталей;
- правильное расположение одной из соединяемых деталей относительно другой;
- регулирование взаимного расположения соединяемых деталей.

Технологический процесс сборки резьбового соединения в общем случае вне зависимости от его конструкции состоит из нескольких этапов, в числе которых:

- установка и предварительное ввертывание резьбовой детали (наживление, осуществляемое вручную без применения инструментов);
- подвод и установка сборочного инструмента (независимо от того, ручной он или механизированный);
- завинчивание;
- затягивание резьбового соединения (в случае необходимости с использованием инструмента с фиксированным крутящим моментом);
- отвод инструмента;
- обеспечение предупреждения самопроизвольного отвинчивания резьбового соединения (стопорение).

Сборку резьбового соединения начинают с расконсервации как соединяемых, так и резьбовых деталей. При этом необходимо удалить защитную смазку, используя различные растворители, например бензин или уайт-спирит (применение которого более целесообразно исходя из его малой токсичности и пожароопасности). Затем следует проверить состояние резьбы деталей соединения. При проверке состояния резьбы необходимо удалить имеющиеся заусенцы, поврежденные места резьбы следует зачистить (если эти повреждения не препятствуют сборке соединения). Перед сборкой резьбовые детали следует проверить на свинчиваемость и смазать консистентной смазкой. Для смазывания резьбы рекомендуется использовать графитовую пасту, состоящую из 40 % графита, 40 % смазки ЦИАТИМ-221 и 20 % машинного масла, или машинное масло с добавкой 20 % графита.

**Установка шпилек** выполняется таким образом, чтобы после установки они были неподвижны. Это достигается за счет натяга в резьбовом соединении, который может быть обеспечен:

- за счет конического сбега резьбы;
- с помощью упорного буртика;
- за счет использования шпильки с увеличенным средним диаметром резьбы;
- с помощью спиральных вставок из стальной проволоки, имеющей сечение в форме ромба.

Величина крутящего момента для завинчивания шпилек в корпусную деталь зависит от требуемой величины натяга, размеров и состояния резьбы.

При установке шпилек в корпусную деталь необходимо учитывать следующие требования:

- шпилька должна иметь достаточно плотную посадку в корпусе, которая обеспечивала бы ее неподвижность даже в том случае, если производится свинчивание достаточно плотно посаженной гайки;
- если плотная посадка шпильки обеспечивается за счет среднего диаметра резьбы, то при установке ее недовертывают до конца сбега резьбы;
- ось шпильки должна быть перпендикулярна поверхности базовой детали (в заданных пределах).

При установке шпилек часто наблюдается несовпадение их осей с осями отверстий деталей соединения. Обнаруживают эту погрешность, как правило, при установке, и особенно часто она проявляется при большой длине шпильки. Причиной такого дефекта является перекося резьбы в отверстии корпуса или перекося



резьбы самой шпильки. Определить, какая резьба перекошена, можно при ввертывании шпильки в резьбовое отверстие: если при ввертывании шпильки ее ось перемещается по окружности, то перекошена резьба шпильки; если такого перемещения не наблюдается — перекошена резьба в отверстии. При установке шпилек необходимо также следить за перпендикулярностью ее оси плоскости корпусной детали и за высотой выступающей части шпильки.

Завинчивая шпильки в корпусную деталь, используют систему гайка — контргайка или специальные приспособления, а также шпильковерты.

При установке шпилек возможно возникновение ряда дефектов, способы устранения которых приведены в табл. 4.1.

**Сборка винтовых и болтовых соединений.** Болтовые и винтовые соединения, применяемые при сборке машин и механизмов, могут быть двух типов:

- без затяжки;
- с предварительной затяжкой.

Таблица 4.1. Дефекты установки шпилек и способы их устранения

Дефект	Способ устранения
Шпилька перекошена	Шпильку необходимо вывернуть, резьбу в отверстии нарезать заново, предварительно рассверлив отверстие под резьбу следующего размера
Шпилька недовернута, ее выступающая часть длиннее, чем требуется	Вывернуть шпильку из отверстия, резьбу пройти метчиком еще раз и вновь вернуть шпильку в отверстие
Шпилька установлена слишком глубоко	Шпильку следует заменить другой с большим средним диаметром
Шпилька установлена недостаточно плотно (наблюдается ее качка в радиальном направлении)	Шпильку следует заменить
В процессе установки шпилька сломалась	Шпильку следует удалить из резьбового отверстия, опилив ее выступающую часть «под ключ» либо используя экстрактор

Соединения второго типа находят широкое применение в отличие от соединений первого типа, которые применяются крайне редко.

Предварительная затяжка соединения оказывает существенное влияние на долговечность работы собранной машины или механизма. Предварительная затяжка соединения должна выполняться с таким усилием, чтобы упругие деформации деталей соединения находились в пределах, указанных в технических условиях на сборку.

Работоспособность собранной машины или механизма в значительной степени зависит от правильного выбора усилия затяжки.

При сборке винтовых и болтовых соединений, испытывающих знакопеременные нагрузки, большое влияние на качество соединения оказывает точность параметров резьбы (особенно точность шага), поэтому при сборке таких соединений необходим тщательный входной контроль деталей, поступающих на сборку. В зависимости от требований, предъявляемых к точности изготовления деталей резьбового соединения, этот контроль осуществляют, используя либо специальные контрольные инструменты (резьбовые калибры), либо универсальные (резьбовой микрометр).

Существенное влияние на качество сборки болтового или винтового соединения оказывает конструкция сборочного инструмента. Прежде всего, это такие параметры сборочного инструмента, как конструкция его захватного устройства и длина рычага, обеспечивающего значительный крутящий момент.

Плотное прилегание захватного устройства и длина рычага позволяют увеличить усилие затяжки по сравнению с тем, которое может быть получено при свободном захвате головки болта или винта и меньшей длине рукоятки. Помимо того, усилие затяжки зависит от состояния опорных поверхностей соединяемых и резьбовых деталей. Повышение шероховатости поверхностей соединяемых деталей приводит к уменьшению усилия затяжки при одном и том же крутящем моменте, создаваемом сборочным инструментом. Объясняется это тем, что часть крутящего момента расходуется на деформирование микронеровностей сопрягаемых поверхностей деталей соединения. При затягивании резьбовых соединений вращение сборочного инструмента должно быть непрерывным. Это особенно важно при затягивании соединений ключом, отрегулированным на предельный крутящий момент, так как при остановке и последующем трогании с места в процессе завинчивания резьбовой детали соединения возможно его преждевременное срабатывание в связи с увеличением момента затяжки.

**Установка гаек.** Гайки применяют при выполнении соединений деталей при помощи болтов и шпилек. В общем случае этот процесс соединения деталей складывается из следующих этапов:

- установка деталей соединения в заданное положение одной относительно другой с фиксации этого положения болтом или шпилькой;
- навинчивание гайки на болт или шпильку вручную;
- предварительная затяжка гаек;
- окончательная затяжка гаек с заданным усилием, если это предусмотрено техническими условиями на сборку.

При установке гаек особое значение имеет их правильное затягивание.

Правильно выбранная последовательность затягивания гаек соединения исключает коробление и перекося соединяемых деталей в процессе сборки. Последовательность затягивания гаек в резьбовых соединениях определяется в зависимости от расположения резьбовых деталей (рис. 4.1).

Недовернутая гайка в соединении может вызвать перегрузку на соседних болтах или шпильках, что в свою очередь может при-

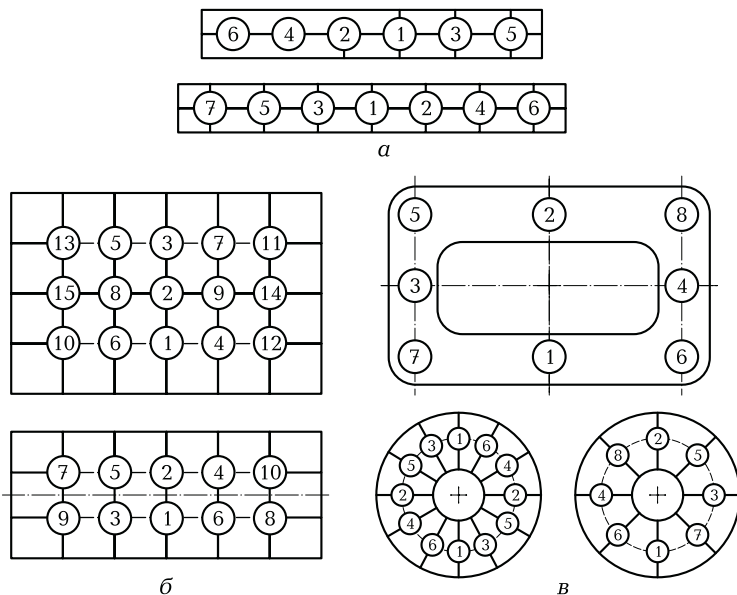


Рис. 4.1. Схемы последовательности затягивания резьбовых соединений: а — полосовых стыков; б — прямоугольных стыков; в — фланцевых стыков; 1—15 — последовательность затягивания гаек

вести к их разрушению (разрыву) в процессе работы собранного соединения.

В общем случае при установке гаек следует придерживаться следующих правил:

- затягивание гаек производится от середины группового соединения, постепенно приближаясь к краям;
- начинать затягивание с крайних гаек нецелесообразно, так как это может вызвать искривление соединяемых деталей;
- при расположении резьбовых деталей соединения по кругу их затягивание осуществляется крест-накрест;
- гайки соединения следует затягивать постепенно, например, при первом обходе на одну треть момента затяжки, при втором — на две трети и уже при третьем обходе гаек соединения выполнять окончательную затяжку с заданным крутящим моментом.

Затягивание гаек полностью за один обход может привести к перекоосу и деформированию закрепляемой детали.

При сборке ответственных соединений рекомендуется окончательную затяжку гаек слегка ослабить и затянуть вновь в указанной ранее последовательности. Этот метод позволяет повысить жесткость в стыке деталей соединения.

Если в соединении используют упругие прокладки, то затягивание гаек следует повторить через 24 ч, что позволит компенсировать пластическую деформацию упругих прокладок.

**Установка винтов.** Процесс сборки соединений деталей при помощи винтов обычно состоит из следующих этапов:

- взаимная ориентация соединяемых деталей;
- установка и ввинчивание винта вручную;
- окончательное завинчивание винтов, причем последовательность завинчивания такая же, как и при сборке соединений с применением болтов и шпилек.

Для обеспечения долговечности и надежности работы соединений на винтах необходимо следить за тем, чтобы на резьбовых деталях соединения не было царапин, заусенцев, дробленой поверхности витков резьбы, сорванных ниток резьбы и других дефектов.

**Установка резьбовых втулок и заглушек.** Резьбовые втулки применяют в часто разбираемых резьбовых соединениях в целях уменьшения износа резьбы в корпусных деталях. Изготавливают втулки с наружной и внутренней резьбой. Для предупреждения самопроизвольного отвинчивания втулки используют тугие резьбы, а саму втулку после сборки накернивают.

Для обеспечения герметичности соединения втулки с корпусом под торец втулки устанавливают прокладку из легко деформируемого металла или пластической массы.

*Заглушки* обеспечивают герметизацию корпусов, препятствуя вытеканию жидкости. Если заглушки постоянные, т. е. не подлежащие вывинчиванию в процессе эксплуатации собранного изделия, то их герметизируют белилами или суриком. Если в процессе эксплуатации заглушку приходится удалять, то применяют уплотняющие прокладки из легко деформируемых металлов или пластических масс.

**Стопорение резьбовых соединений** осуществляют путем жесткого соединения резьбовых деталей между собой (болта и гайки, винтов в групповом соединении).

В процессе работы резьбовых соединений возможно их самопроизвольное отвинчивание за счет действующих на них динамических нагрузок. На интенсивность этого процесса влияют многие факторы, в том числе состояние резьбы и способ ее получения, жесткость стыков соединения, наличие смазочного материала и сила предварительной затяжки соединения.

Самопроизвольное ослабление затяжки может привести к нарушению нормальной работы машины или механизма, а в ряде случаев — и к аварии.

В качестве одной из основных мер борьбы с самопроизвольным отвинчиванием резьбовых соединений является стопорение, т. е. предупреждение самопроизвольного ослабления усилия затяжки резьбового соединения под воздействием внешних сил. Существует несколько способов стопорения резьбовых соединений:

- создание дополнительных сил трения за счет осевого или радиального давления на резьбовое соединение (этой цели служат контргайка, стопорный винт, самостопорящаяся гайка);
- фиксация положения гайки относительно болта или шпильки или одной из деталей соединения (с помощью шплинтования, пружинных или деформируемых шайб, проволоки);
- местное пластическое деформирование деталей соединения (посредством накернивания).

Более подробно остановимся на выполнении некоторых видов стопорения.

*Контргайку* (дополнительную гайку) навинчивают после затяжки основных гаек соединения на болты или шпильки. Она затягивается таким образом, чтобы обеспечить плотный контакт между торцами гайки и контргайки. Возникающие при затягивании контр-

гайки силы препятствуют самопроизвольному отвинчиванию гайки соединения.

*Стопорный винт* ввинчивают в резьбовое отверстие в боковой поверхности гайки до упора в резьбу болта или шпильки, что создает дополнительные радиальные силы в резьбовом соединении, препятствующие его самопроизвольному отвинчиванию. Для того чтобы предупредить деформирование витков резьбы болта или шпильки, под стопорный винт следует установить свинцовый или алюминиевый шарик (возможно применение шариков и прокладок из пластических масс).

*Разводной шплинт* применяют, как правило, при использовании в соединениях корончатых гаек. Эти гайки обладают рядом конструктивных и технологических недостатков, тем не менее они достаточно широко применяются, особенно в тех случаях, когда другими методами невозможно обеспечить достаточной надежности предупреждения самопроизвольного отвинчивания. После установки шплинта необходимо убедиться в его целостности, так как повреждение шплинта и тем более поломка отогнутой части могут привести к аварии при эксплуатации механизма или машины.

*Специальные гайки* обеспечивают создание дополнительных радиальных сил в резьбовом соединении за счет обжатия верхней их части. Верхняя часть таких гаек имеет уменьшенную толщину или специальные радиальные разрезы.

*Пружинные шайбы* обладают достаточной упругостью, которая достигается разведением ее концов в вертикальной плоскости. При затягивании гайки пружинная шайба плотно прилегает к ее торцевой поверхности и опорной поверхности детали, создавая стопорящее усилие в осевом направлении. Зазор в разрезе шайбы может составлять до половины ее толщины, но в любом случае не должен быть более 2 мм. Не допускается одновременная установка более двух пружинных шайб. Существенным недостатком пружинных шайб является возможность облома их концов в процессе эксплуатации машины или механизма, что может привести к выходу их из строя. В этой связи применение пружинных шайб рекомендуется ограничить наружными резьбовыми соединениями, что обеспечивает самопроизвольное удаление обломков пружинных шайб.

*Деформируемые шайбы* обеспечивают стопорение резьбового соединения за счет деформирования элементов шайбы в процессе сборки.

Наиболее просто выполняется такое стопорение при применении шайб с наружными выступами, которые изготавливают, используя мягкую листовую сталь толщиной 1...1,25 мм. После за-

тяжки гайки на болте или шпильке выступы шайбы отгибают: один выступ — на грань гайки, а другой — на грань корпуса. Если резьбовое соединение находится далеко от кромки корпуса, то в корпусе сверлят отверстие и, используя кернер и молоток, выступ шайбы отгибают, обеспечивая его установку в просверленное отверстие. Отогнутая часть шайбы должна плотно прилегать к боковой поверхности гайки и кромке корпуса. В месте отгиба выступа шайбы не должно быть трещин. Повторное использование шайб с выступами не допускается.

*Проволоку* применяют для групповых и парных болтовых и винтовых соединений в тех случаях, когда головки болтов или винтов выступают над корпусной деталью. Для выполнения таких соединений в головках болтов или винтов перед их установкой на место сверлят отверстия, через которые после затягивания соединения пропускают отожженную медную проволоку. Проволоку в отверстия вводят крест-накрест таким образом, чтобы после скручивания ее концов создавался момент, действующий в направлении затяжки резьбового соединения. Скрученные концы проволоки обрезают на расстоянии 5...7 мм от места начала скрутки.

*Местная пластическая деформация* для предупреждения самопроизвольного отвинчивания резьбового соединения выполняется после окончательного его затягивания кернением. Применяют данный метод стопорения, как правило, в тех случаях, когда собираемое резьбовое соединение не подлежит разборке в процессе эксплуатации.

**Контроль сил затяжки резьбового соединения** является необходимым условием правильной сборки и надежной работы резьбового соединения. Контроль силы затяжки резьбового соединения осуществляют косвенными методами, используя предварительно градуированные средства контроля либо измеряют одну или несколько величин, связанных с силой затяжки.

Наиболее удобным является контроль силы затяжки по крутящему моменту, который осуществляется в процессе сборки резьбового соединения за счет использования динамометрических гаечных ключей.

## 4.2. СБОРКА ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Шпоночные соединения применяют для соединения валов со ступицами различных деталей, обеспечивающих передачу вращательного движения (зубчатых колес, шкивов, эксцентриков, махо-

виков и т. п.). Их используют для передачи вращательного момента от вала к ступице, и наоборот. Конструкция шпонок зависит от характера их соединения с валом и ступицей. Различают напряженные и ненапряженные шпоночные соединения. Ненапряженные шпоночные соединения выполняют с применением призматических и сегментных шпонок, а для напряженных шпоночных соединений используют клиновые и тангенциальные шпонки.

Точность сборки шпоночного соединения определяется точностью изготовления входящих в него деталей.

Прежде чем приступить к сборке шпоночного соединения, необходимо произвести контроль поступивших на сборку деталей:

- проверить соответствие шпонки и пазов вала и отверстия ступицы геометрическим размерам, форме и расположению, заданным чертежом или техническими условиями на сборку;
- убедиться в отсутствии заусенцев и забоин на рабочих поверхностях шпонки и пазов вала и отверстия ступицы;
- проверить соответствие отклонений от симметричности боковых поверхностей пазов вала и ступицы относительно диаметральной плоскости требованиям чертежа или технических условий на сборку;
- проверить качество пригонки рабочих поверхностей шпонки и пазов вала и отверстия ступицы требованиям чертежа или технических условий на сборку.

В связи с тем что посадка шпонки в пазах вала и ступицы различна, их изготавливают с размерами, допуски на которые определяют в системе вала. Если соединение неподвижно, то шпонка в пазу вала устанавливается с натягом, а в пазу ступицы — с зазором, используя, как правило, переходные посадки.

При установке на вал охватываемой детали (ступицы) необходимо обеспечить ее центрирование по цилиндрической или конической поверхности посадочного места вала. При этом между поверхностью шпонки и дном паза в ступице должен быть обеспечен зазор.

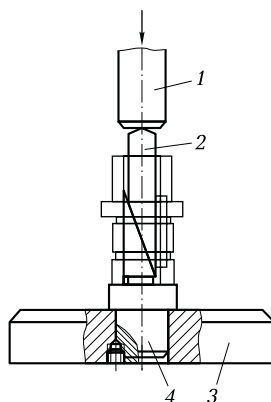
При установке шпонки в пазу вала не рекомендуется использовать молоток, так как в этом случае возможен ее перекосяк, что может привести к врезанию кромки шпонки в стенку паза вала, а следовательно, и к ее перекосяку относительно оси вала. При установке шпонок в пазах вала следует использовать струбцины или прессы.

Если требуется установить шпонку в пазу ступицы с натягом, что имеет место при установке скользящих шпонок, то наиболее рациональным представляется использование специального приспособления (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Конструктивная схема приспособления для установки призматической шпонки в паз охватывающей детали:

1 — шток; 2 — пуансон; 3 — плита; 4 — палец



Приспособление состоит из опорной плиты 3, в которой закреплен центрирующий палец 4, имеющий косой срез. Охватывающую деталь, в которую необходимо запрессовать скользящую шпонку, надевают на центрирующий палец, предварительно наживив шпонку в пазу вручную. В отверстие охватывающей детали вводят пуансон 2, который имеет такой же косой срез, как и у центрирующего пальца 4. При нажатии штоком 1 пресса на пуансон 2 последний перемещается вниз и благодаря наличию косо­го среза одновременно с осевым перемещением совершает перемещение в радиальном направлении, обеспечивая запрессовку шпонки в паз охватывающей детали.

Качество шпоночного соединения в значительной степени зависит от правильно выбранной посадки в пазах вала и ступицы, а также от расположения пазов на валу и в отверстии ступицы.

Из дефектов, которые могут появиться в расположении пазов, наиболее частыми являются:

- смещение оси паза относительно оси вала или оси отверстия охватывающей детали, что приводит к неправильному положению шпонки в соединении. Если в соединении используют две шпонки, то смещение оси шпоночного паза относительно оси вала или оси отверстия охватывающей детали ведет к невозможности дальнейшей сборки соединения;
- пере­кос оси шпоночного паза относительно оси вала или оси отверстия охватывающей детали. Даже при его незначительной величине процесс сборки осложняется и появляется пере­кос охватывающей детали относительно вала.

При сборке соединений с **клиновыми шпонками** целесообразно дно паза в охватывающей детали выполнить с уклоном, соот-

ветствующим уклону клиновой шпонки, что позволяет избежать перекоса охватывающей детали относительно вала после сборки соединения.

В серийном и массовом производстве при сборке шпоночных соединений пригоночные работы, как правило, не проводят. В условиях единичного и мелкосерийного производства проведение пригоночных работ целесообразно особенно в тех случаях, когда к шпоночному соединению предъявляют высокие требования по точности.

Пригонку деталей шпоночного соединения начинают с паза вала. Для этого вал устанавливают на призмах на плите и закрепляют так, чтобы боковая стенка паза была параллельна плоскости плиты. Поочередно пришабривают боковые стенки паза, обеспечивая их параллельность (отклонение от параллельности боковых стенок не должно превышать 0,01 мм на 200 мм длины паза). Параллельность стенок проверяют при помощи индикатора часового типа, а ширину паза — калибром. Положение стенок паза относительно его оси проверяют при помощи клиновых плиток и линейки или индикатора часового типа. По пригнанному пазу пришабривают шпонку, обеспечивая ей заданную посадку в пазу вала.

После установки шпонки в паз вала контролируют высоту ее выступающей из паза части. Контроль осуществляется при помощи специальной микрометрической головки.

Последовательность сборки сборочных единиц со шпонками определяется конструкцией последних.

#### **Сборка соединения с призматической шпонкой:**

- снять заусенцы на пазах вала и отверстия ступицы;
- проверить расположение паза на валу и в отверстии ступицы;
- снять заусенцы со шпонки;
- пригнать паз вала, обеспечивая параллельность его боковых стенок и соосность с осью вала;
- проконтролировать соответствие действительных размеров паза вала требованиям чертежа;
- пригнать шпонку по пазу вала в соответствии с посадкой, указанной на чертеже;
- при помощи струбцин или винтового пресса установить шпонку в пазу вала;
- пригнать паз ступицы по шпонке, обеспечив посадку, указанную на чертеже;
- установить ступицу на вал;
- проверить при помощи щупа зазор между шпонкой и дном паза в отверстии ступицы.

### **Сборка соединения со скользящей шпонкой:**

- снять заусенцы с паза вала, паза в отверстии ступицы и шпонки;
- проверить размеры и расположение пазов на валу и в отверстии ступицы относительно осей вала и отверстия;
- проверить расположение и размеры отверстия под выступ шпонки в пазу ступицы на соответствие требованиям чертежа;
- проверить размеры шпонки на соответствие требованиям чертежа;
- пригнать шпонку по пазу ступицы, обеспечивая заданную посадку;
- установить шпонку в отверстие ступицы таким образом, чтобы ее выступ вошел в отверстие паза ступицы;
- пригнать паз вала по шпонке;
- установить ступицу с запрессованной в ее пазу шпонкой на вал;
- переместить ступицу по валу, при этом она должна перемещаться плавно, без заедания и качки.

### **Сборка соединения с сегментной шпонкой:**

- снять заусенцы на пазу вала и пазу отверстия ступицы;
- проверить расположение шпоночного паза на валу и в отверстии ступицы;
- снять заусенцы со шпонки;
- проверить соответствие размеров пазов на валу и в отверстии ступицы, а также размеры шпонки на их соответствие требованиям чертежа;
- пригнать шпонку по пазу вала и установить;
- проверить параллельность верхней поверхности шпонки оси вала;
- пригнать паз ступицы по шпонке, обеспечивая заданную посадку;
- установить ступицу на вал и проверить при помощи щупа зазор между шпонкой и дном паза в отверстии ступицы.

### **Сборка соединения с направляющей шпонкой:**

- снять заусенцы с паза вала, паза отверстия ступицы и боковых ребер шпонки;
- проверить расположение шпоночных пазов на валу и в отверстии ступицы;
- проверить соответствие размеров паза вала и паза в отверстии ступицы, а также размеров шпонки требованиям чертежа;
- пригнать шпонку к пазу вала, обеспечивая требуемую посадку, и установить ее на место;
- проверить отсутствие зазоров между шпонкой и боковыми поверхностями паза вала;

- используя отверстия под винты, выполненные в шпонке, просверлить отверстия в пазу вала под нарезание резьбы;
- извлечь шпонку из шпоночного паза на валу, используя выколотку и молоток;
- нарезать резьбу в отверстиях, просверленных в пазу вала;
- установить шпонку в паз вала;
- закрепить шпонку в пазу вала с помощью винтов;
- пригнать паз ступицы по шпонке, обеспечивая соответствующую посадку, и установить ступицу на вал;
- проверить наличие и величину зазоров между стенками паза в отверстии ступицы и шпонкой на соответствие требованиям чертежа или технических условий на сборку. Контроль зазора осуществляется при помощи щупа.

#### **Сборка соединения с клиновыми шпонками:**

- снять заусенцы с паза вала, паза отверстия ступицы и шпонки;
- пригнать шпонку ко дну паза ступицы и проверить параллельность основания шпонки оси паза;
- установить ступицу на вал (если шпонка соединена с валом на лыске). Если шпонка устанавливается в паз вала, то его следует предварительно пригнать по шпонке. В тех случаях когда шпонка устанавливается в пазах вала и ступицы, ее запрессовывают одновременно в пазы вала и ступицы после установки последней на вал (запрессовка в обоих случаях осуществляется на прессе);

■ проверить собранное соединение на осевое и радиальное биение. При сборке шпоночных соединений наиболее часто возникают следующие виды дефектов:

- ступица слишком туго устанавливается на валу. Это свидетельствует о некачественной пригонке паза отверстия ступицы по шпонке (мала его ширина или глубина);
- шпонка не удерживается в пазу вала из-за того, что в процессе пригонки с боковых поверхностей шпонки был снят слишком большой слой материала;
- для установки шпонки в пазу вала требуется слишком большое усилие, что может быть вызвано некачественной пригонкой шпонки по пазу вала.

### **4.3. СБОРКА ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Шлицевые соединения могут быть неподвижными (для постоянного соединения ступицы с валом) и подвижными, которые ра-

ботают как с нагрузкой, так и без нагрузки (переключение зубчатых колес).

Шлицевые соединения обеспечивают более точное центрирование охватываемой детали (ступицы) на валу по сравнению со шпоночными соединениями. В зависимости от формы шлицов различают прямобоочные, эвольвентные и треугольные шлицевые соединения.

В **прямобоочных шлицевых соединениях** центрирование охватываемой детали может осуществляться по наружному или внутреннему диаметру или по боковым поверхностям шлицов.

В **эвольвентных шлицевых соединениях** центрирование охватываемой детали выполняется по профилям шлицов или по их наружному диаметру.

**Треугольные шлицевые соединения** обеспечивают центрирование по боковым граням профиля шлицов.

В зависимости от характера посадки центрирующих поверхностей различают тугоразъемные, легкоразъемные и подвижные шлицевые соединения. Поскольку зазоры в сопряжениях центрирующих поверхностей весьма малы, даже в условиях серийного производства добиться полной взаимозаменяемости деталей соединения весьма сложно.

Перед началом сборки шлицевого соединения необходим внешний осмотр состояния его деталей. Особое внимание следует обратить на наличие задиров, дробления или заусенцев на поверхностях шлицов. Даже незначительные дефекты на поверхностях шлицов недопустимы, так как они могут привести к заклиниванию соединений при сборке и, следовательно, к повреждению шлицов.

Для предупреждения возможного заедания шлицов в процессе сборки необходимо, чтобы были выполнены все наружные фаски на торцах деталей и закругления шлицов. Сопрягаемые поверхности перед их сборкой должны быть смазаны. В соединениях, работающих в тяжелых режимах, прилегание шлицов проверяют «на краску».

Шлицевые соединения, в которых сопрягаемые элементы имеют посадки с натягами или переходные, собирают с использованием специальных оправок или приспособлений для напрессовки охватываемой детали на вал. Наиболее рационально при этом использовать пресс.

Сборка шлицевого соединения ударным методом, т.е. при помощи молотка, не допускается, так как может привести к перекосу охватываемой 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... 120 °С (например, в масляной ванне).

После установки охватывающей детали на вал проверяют ее биение в осевом и радиальном направлениях. С этой целью вал с охватывающей деталью закрепляют в центрах, а величину биения определяют при помощи индикатора часового типа, установленного на стойке. Величина допустимого радиального и осевого биения указывается на чертеже или в технических условиях на сборку.

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. Величина качки детали на валу (при приложении крутящего момента, создаваемого вручную) не должна превышать значений, установленных техническими условиями на сборку.

#### 4.4. СБОРКА КОНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Конические соединения с неподвижной посадкой часто используют вместо цилиндрических соединений. Объясняется это существенными преимуществами при сборке и разборке конических соединений:

- вал легко входит в отверстие и самоцентрируется в нем, что значительно облегчает сборку изделия, особенно если в нем используют крупногабаритные детали, например маховики;
- необходимый натяг в таком соединении может регулироваться за счет изменения (увеличения или уменьшения) усилия запрессовки;
- возможность получения соединений вал — ступица без использования шпонки, так как регулирование натяга в соединении позволяет добиться передачи крутящего момента только за счет сил трения между валом и ступицей;
- конические соединения удобны при разборке.

Сборку конических соединений осуществляют в следующей последовательности:

- подбирают охватывающую деталь по коническому посадочному месту вала, для чего используют метод «на краску»;
- на коническую поверхность вала наносят тонкий слой краски;
- вводят вал в отверстие детали;

- по отпечатку краски на поверхности отверстия охватывающей детали оценивают степень (плотность) ее прилегания к конической поверхности шейки вала, которая должна соответствовать требованиям технических условий на сборку;
- охватывающую деталь напрессовывают на вал или вал запрессовывают в охватывающую деталь, используя специальные приспособления и прессы, которые должны обеспечивать необходимые усилия запрессовки.

## 4.5. СБОРКА ШТИФТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Для соединения валов с охватывающей деталью (зубчатые колеса, звездочки и т.п.) часто применяют штифты — цилиндрические или конические. Сборку неподвижных соединений с применением штифтов выполняют в следующей последовательности:

- размечают центр отверстия под штифт на охватывающей детали;
- сверлят отверстие под штифт в стенке посадочного отверстия охватывающей детали соединения с припуском на последующее развертывание;
- устанавливают охватывающую деталь на валу в заданное положение и обеспечивают ее фиксацию в этом положении;
- сверлят, используя охватывающую деталь в качестве кондуктора, отверстие в валу и во второй стенке посадочного отверстия охватывающей детали;
- развертывают, не меняя положения охватывающей детали на валу, отверстие под штифт;
- устанавливают штифт в отверстие вручную (конический штифт должен входить в отверстие примерно на 75 % своей длины);
- запрессовывают штифт в отверстие таким образом, чтобы его нижняя часть несколько выступала над поверхностью детали (это создает удобства при последующей разборке соединения).

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему шпилька должна устанавливаться в резьбовом соединении с натягом?
2. Почему резьбовое соединение затягивают сначала предварительно, а затем окончательно?

3. С какой целью производится стопорение резьбовых соединений?
4. Что может произойти, если ось шпоночного паза не будет параллельна оси вала?
5. От чего зависит выбор посадки шпонки на вал?
6. Какие шпоночные соединения относятся к напряженным, а какие — к ненапряженным?
7. Почему дно паза под клиновую шпонку в отверстии ступицы должно иметь уклон, равный углу шпонки?
8. Как классифицируют шлицевые соединения в зависимости от формы шлицев?
9. Как осуществляется центрирование охватываемой детали относительно вала в шлицевых соединениях различных конструкций?
10. Почему при установке охватываемой детали на вал в напряженном шлицевом соединении не следует пользоваться молотком?
11. В чем состоят преимущества конических соединений ступицы с валом по сравнению с цилиндрическими?
12. Как подготавливают отверстия под установочные штифты?



# СБОРКА МЕХАНИЗМОВ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

## 5.1. СБОРКА СОСТАВНЫХ ВАЛОВ И МУФТ

Применяемые в конструкциях машин и механизмов валы соединяют разными способами: коническим соединением концов валов с использованием штифтов или болтов, работающих на срез; фланцами, стягиваемыми болтами; шлицевыми муфтами, втулочными муфтами с использованием шпонок или штифтов; свертными, дисковыми и пальцевыми муфтами.

Сборка конических соединений была рассмотрена в подразд. 4.4, поэтому рассмотрение процессов сборки составных валов мы начнем с их соединения при помощи фланцев.

**Сборку прямых составных валов с использованием фланцев** осуществляют в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест на соединяемых валах на их соответствие требованиям чертежа или технических условий на сборку, используя универсальные измерительные инструменты;
- на шейках валов, предназначенных для установки фланцев, выполняют шпоночные пазы;
- в шпоночные пазы на установочных шейках валов запрессовывают шпонки;
- напрессовывают фланцы на посадочные шейки соединяемых валов (в случае необходимости, для обеспечения больших натягов, фланец предварительно нагревают);
- проверяют перпендикулярность торцов фланцев осей валов на соответствие требованиям чертежа или технических условий на сборку;

- соединяют фланцы, установленные на посадочных шейках валов, при помощи болтов;
- контролируют соосность собранного соединения валов, устанавливая их в центрах (контроль выполняют при помощи индикатора часового типа, установленного на стойке).

**Сборку коленчатых валов** в зависимости от их конструкции осуществляют по двум основным технологическим схемам.

*Сборку коленчатого вала с одной щекой*, сопряжения в котором осуществляют с гарантированным натягом (рис. 5.1, а), выполняют следующим образом:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест деталей, поступивших на сборку, требованиям чертежа или технических условий на сборку;
- запрессовывают, используя гидравлический пресс, палец 1 кривошипа в отверстие щеки 2;
- устанавливают макетный вал с разжимной цапфой во второе отверстие щеки 2;
- проверяют параллельность осей отверстия щеки 2 и пальца 1;
- напрессовывают щеку 2 на цапфу вала 3;
- проверяют параллельность осей пальца и вала на соответствие требованиям чертежа или технических условий на сборку;
- сверлят отверстия под стопорные штифты (рис. 5.1, б) и разворачивают их;
- устанавливают стопорные штифты.

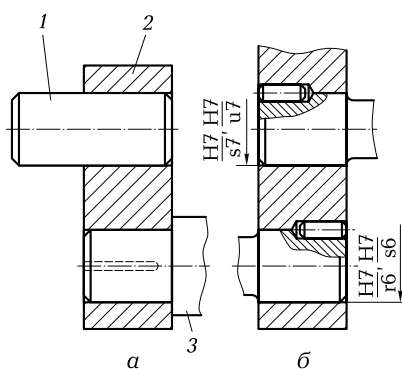


Рис. 5.1. Соединение составных коленчатых валов с одной щекой:

а — без дополнительного крепления; б — с дополнительным креплением штифтами; 1 — палец; 2 — щека; 3 — вал

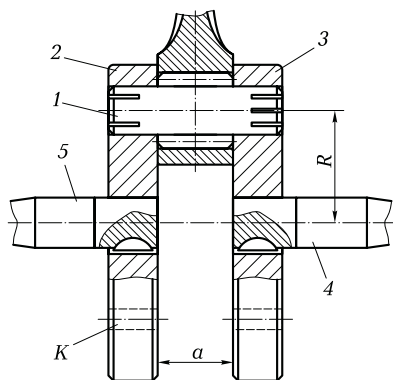


Рис. 5.2. Соединение составных коленчатых валов с двумя щеками:  
 1 — палец; 2, 3 — щеки; 4, 5 — валы; К — отверстие под направляющий штырь; а — расстояние между щеками; R — расстояние от оси пальца до оси вала

Сборка коленчатого вала с двумя (несколькими) щеками (рис. 5.2) отличается от описанной ранее, ее выполняют в следующей последовательности:

- запрессовывают палец 1 кривошипа в щеку 2 (перед запрессовкой рекомендуется либо нагреть щеку, либо охладить палец, что позволит снизить усилие запрессовки и обеспечит лучшее центрирование пальца по оси отверстия щеки);
- надевают шатун на палец 1 (если головка шатуна не имеет разъема);
- напрессовывают на свободный конец пальца 1 вторую щеку 3, предварительно награв ее. Для обеспечения заданного расстояния  $a$  между щеками 2 и 3 при запрессовке щеки 3 на палец устанавливают дистанционную плиту (на рисунке не показана);
- устанавливают в точно обработанные в щеках 2 и 3 отверстия К направляющий штырь, который обеспечит соосность отверстий в щеках под цапфы валов 4 и 5;
- устанавливают валы 4 и 5 в отверстия щек 2 и 3.

**Сборка составных валов при помощи соединительных муфт** требует высокой точности соосности соединяемых валов, ее осуществляют по разным технологическим схемам, выбор которых зависит от конструкции муфты.

**Сборку составных валов с применением шлицевой муфты** осуществляют следующим образом:

- устанавливают на выверенной в горизонтальной плоскости плите призмы, регулируемые по высоте;

- устанавливают на призмы соединяемые валы и при помощи индикатора регулируют положение их осей таким образом, чтобы они совпадали;
- устанавливают в специальные канавки, выполненные на шлицевых шейках вала, ограничительные кольца, фиксирующие положение муфты (если это предусмотрено конструкцией соединения);
- надевают муфту на шлицевую шейку одного из валов;
- вводят шлицевую шейку второго вала в отверстие муфты, вал при этом должен свободно входить в шлицевое отверстие муфты;
- разбирают соединение;
- устанавливают в резьбовое отверстие муфты кондукторную втулку и сверлят отверстие под резьбу в валу соединения (если предусмотрено стопорение муфты на валах за счет применения стопорных винтов);
- разбирают соединение и нарезают резьбу под стопорные винты в валах;
- собирают соединение валов и устанавливают стопорные винты так, чтобы их головки были заподлицо с наружной поверхностью муфты.

**Сборку составных валов при помощи втулочных муфт со шпонками** выполняют в той же последовательности, что и сборку составных валов с использованием шлицевых муфт. Но при этом следует иметь в виду, что шпонки на валах должны быть установлены до начала сборки.

**Сборку составных валов с применением втулочных муфт со штифтами** выполняют в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест во втулке и на валу на их соответствие требованиям чертежа или технических условий на сборку;
- устанавливают втулочную муфту на призмах и закрепляют ее;
- сверлят два отверстия под штифты в одной из стенок муфты;
- устанавливают валы во втулочную муфту и сверлят отверстия под штифты в валах и во второй стенке муфты, используя последнюю в качестве кондуктора;
- развертывают отверстия под штифты одновременно во втулочной муфте и в валах;
- устанавливают штифты, используя молоток или ручной винтовой пресс.

**Сборку составных валов при помощи свертных муфт** осуществляют в следующей последовательности:

- подбирают боковины муфты к посадочным шейкам вала таким образом, чтобы между шейками вала и выточками, выполненными в боковинах муфты, не было зазора;
- устанавливают шпонки и стопорные кольца в пазы, выполненные на валу;
- надевают боковины на шейки вала так, чтобы шпонки и стопорные кольца попали в соответствующие пазы боковин муфты;
- проверяют наличие заклинивания боковин на шпонках, которое может появиться в результате того, что канавки под шпонки в боковинах малы и боковины упираются в шпонки (если боковины провисают, то необходимо пригнать выполненные на них шпоночные канавки по шпонкам);
- производят установку и затяжку болтов, соединив боковины муфты;
- выполняют стопорение болтового соединения путем установки шплинтов.

**Сборку составных валов при помощи дисковых муфт** выполняют в следующей последовательности:

- проверяют геометрические размеры и форму посадочных мест соединяемых частей вала и посадочных мест отверстий полумуфт дисковой муфты на их соответствие требованиям чертежа или технических условий на сборку;
- устанавливают на посадочных частях соединяемых валов призматические шпонки;
- сверлят отверстия под крепежные болты в одной из полумуфт;
- соединяют полумуфты, установив между ними центрирующее кольцо, и фиксируют их взаимное положение;
- сверлят отверстия под крепежные болты во второй полумуфте, используя полумуфту с просверленными крепежными отверстиями в качестве кондуктора;
- разбирают соединенные полумуфты;
- напрессовывают полумуфты на посадочные шейки валов (в случае необходимости муфты перед напрессовкой нагревают);
- проверяют части составного вала с установленными на них полумуфтами на соответствие радиального и торцевого биения требованиям технических условий на сборку (при проведении контроля вал закрепляют в центрах, а контроль осуществляют при помощи индикатора часового типа, установленного на стойке);
- соединяют полумуфты, предварительно установив центрирующее кольцо;
- закрепляют полумуфты болтами и гайками;

- выполняют стопорение для предупреждения самопроизвольного отвинчивания болтового соединения, используя контргайку.

**Сборку составных валов при помощи подвижных соединительных муфт** выполняют в тех случаях, когда по техническим условиям на эксплуатацию оборудования допускаются незначительные отклонения от взаимного расположения частей составного вала.

**Сборку составных валов с применением пальцевых муфт** (рис. 5.3) выполняют в тех случаях, когда допускаются незначительные радиальные смещения одной части составного вала относительно другой.

Сборку пальцевых муфт ведут в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест на валах и в полумуфтах 1 и 2 на их соответствие требованиям чертежа;
- устанавливают на посадочные шейки валов шпонки 5 и полумуфты 1 и 2;
- выполняют контроль на радиальное и осевое биение каждой из полумуфт при помощи индикатора часового типа, установленного на стойке (при контроле части составного вала с установленными на нем полумуфтами закрепляют в центрах и выставляют в горизонтальной плоскости);
- надевают упругие кольца 4 и компенсационное кольцо 6, обеспечивающее зазор между полумуфтами после их сборки, на соединительные пальцы 3;
- вводят соединительные пальцы с установленными на них кольцами в отверстия полумуфт;
- надевают шайбу и навинчивают гайку 8 на резьбовой конец 7 соединительного пальца 3;
- затягивают гайку 8;

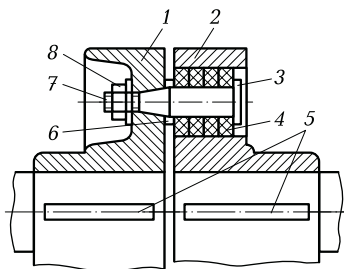


Рис. 5.3. Пальцевая муфта:

1, 2 — полумуфты; 3 — соединительный палец; 4 — упругое кольцо; 5 — шпонки; 6 — компенсационное кольцо; 7 — резьбовой конец соединительного пальца; 8 — гайка

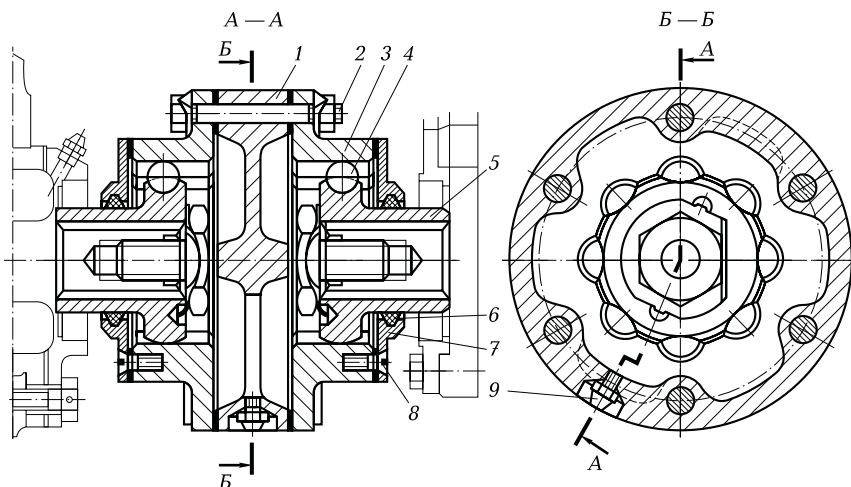


Рис. 5.4. Соединительная муфта:

1 — промежуточное кольцо; 2 — болт; 3 — наружная обойма; 4 — шарик; 5 — внутренняя обойма; 6 — войлочное кольцо; 7 — крышка; 8 — винт; 9 — масленка

- выполняют стопорение гайки от самопроизвольного отвинчивания.

**Сборку составных валов с использованием специальной соединительной муфты** (рис. 5.4) выполняют в тех случаях, когда по условиям эксплуатации машины или механизма допускается незначительное несовпадение или перекося осей одной части составного вала относительно другой. Такая муфта состоит из двух частей, каждая из которых имеет внутреннюю обойму 5, шарики 4 и наружную обойму 3. Половины муфт соединяются между собой при помощи промежуточного кольца 1. За счет шариков внутренняя обойма может несколько перекашиваться относительно наружной, не препятствуя работе муфты.

Собирают подобные муфты следующим образом:

- устанавливают войлочное кольцо 6 в проточку крышки 7;
- калибруют внутренний диаметр войлочного кольца 6 на прессе;
- устанавливают прокладку и крышку 7 на наружной обойме 3;
- закрепляют крышку винтами 8 и накернивают их для предупреждения самопроизвольного отвинчивания;
- вставляют внутреннюю обойму 5 в наружную обойму 3;
- укладывают между обоймами 5 и 3 шарики 4;
- ввертывают масленку 9 в промежуточное кольцо 1;

- соединяют собранные половины муфты с промежуточным кольцом, установив предварительно прокладки;
- вставляют болты 2 со стопорными шайбами и навинчивают гайки, затянув их предварительно;
- проверяют возможность перекоса внутренней обоймы относительно наружной в любом направлении;
- снимают болты 2 и монтируют полумуфты на соединяемых частях составного вала;
- закрепляют полумуфты на валах винтами, которые ввертывают в резьбовые отверстия, выполненные в торцах соединяемых частей вала, предварительно помещая под винты стопорные шайбы;
- заполняют солидолом полости промежуточного кольца 1;
- устанавливают прокладки на оба торца промежуточного кольца;
- помещают промежуточное кольцо между полумуфтами;
- устанавливают болты 2;
- надевают на болты 2 стопорные шайбы и затягивают их гайками окончательно.

**Сборку составных валов с применением самоустанавливающейся угловых (карданных) муфт** (рис. 5.5) выполняют для соединения валов, расположенных под углом. Систему, состоящую из двух угловых муфт, называют карданной передачей (рис. 5.6) и собирают в последовательности, приведенной далее:

- устанавливают фланцы 3 и 5 на карданный вал 4;
- закрепляют жестко фланец 3 на валу (фланец 5 может иметь осевое перемещение вдоль вала, перемещаясь по шлицам соединения плавно, без заедания);
- закрепляют болтами вилки 2 и 6 на фланцах 3 и 5;

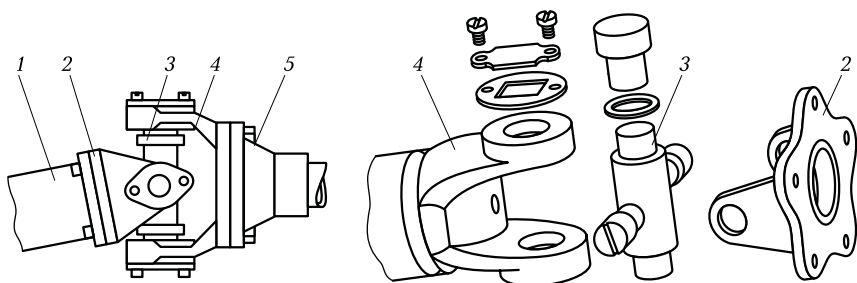


Рис. 5.5. Самоустанавливающаяся угловая (карданная) муфта:

1 — ведомый вал; 2 — ведомая втулка; 3 — крестовина; 4 — ведущая втулка; 5 — ведущий вал



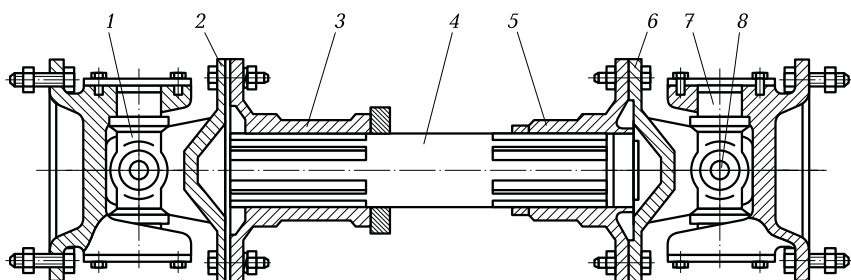


Рис. 5.6. Карданная передача:

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

- затягивают гайками и зашплинтовывают болты крепления вилок;
- устанавливают масленки 8 в крестовинах 1 и 7;
- напрессовывают фетровые сальниковые уплотнения и опорные кольца на цапфы крестовин;
- устанавливают крестовины 1 и 7 в вилках 2 и 6;
- закрывают отверстия вилок крышками;
- закрепляют крышки винтами.

**Сборку составных валов при помощи соединительного вала** (рис. 5.7) выполняют в тех случаях, когда соединяемые валы значительно смещены и имеют большой перекосяк. Сборку составных валов в этом случае осуществляют в следующей последовательности:

- устанавливают переходные втулки 7 с диаметральными пазами на шейках соединяемых валов;
- запрессовывают неподвижную шаровую цапфу 6 в соединительный вал 5;
- закрепляют неподвижную шаровую цапфу 6 штифтом 3;
- вводят в отверстие соединительного вала пружину 4;

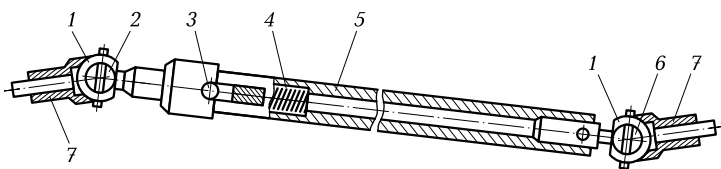


Рис. 5.7. Валы с шаровыми цапфами:

1 — кольца; 2 — подвижная шаровая цапфа; 3 — штифт; 4 — пружина; 5 — соединительный вал; 6 — неподвижная шаровая цапфа; 7 — втулки

- устанавливают на соединительный вал подвижную шаровую цапфу 2;
- укрепляют подвижную шаровую цапфу 2 штифтом 3;
- устанавливают кольца 1 на подвижной 2 и неподвижной 6 цапфах (оба кольца должны находиться в одной плоскости);
- закрепляют кольца 1 штифтами;
- устанавливают цапфы 2 и 6 с кольцами 1 в диаметральных пазах втулок 7, закрепленных на соединяемых валах;
- проверяют зазор между торцами колец 1 и стенками пазов на втулках 7 (он должен быть не менее 0,2 мм).

**Сборку составных валов с применением гибкого вала** (рис. 5.8), который применяют в тех случаях, когда положение составных валов изменяется в процессе работы механизма, осуществляют следующим образом:

- устанавливают соединительную втулочную муфту 3 на конец гибкого вала 1;
- соединяют гибкий вал 1 и втулочную муфту 3 паянием твердым припоем;
- устанавливают кронштейн 4 на корпус привода;
- прикрепляют хомутик 6 при помощи болта 5 к кронштейну 4;
- соединяют муфту 3 при помощи шпонки с валом привода;
- фиксируют положение вала и соединительной муфты при помощи хомутика 6, затянув его на оболочке 2 гибкого вала 1.

**Сборку составных валов с применением сцепных предохранительных муфт** выполняют для предохранения передачи вращательного движения от перегрузки вследствие увеличения передаваемого крутящего момента либо когда требуется частое включение и отключение привода.

**Сборку составных валов с применением кулачковой сцепной (предохранительной) муфты** (рис. 5.9), которая используется для предохранения машин и механизмов от перегрузок, возникающих в процессе эксплуатации, осуществляется в следующей последовательности:

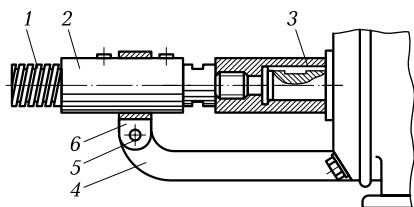
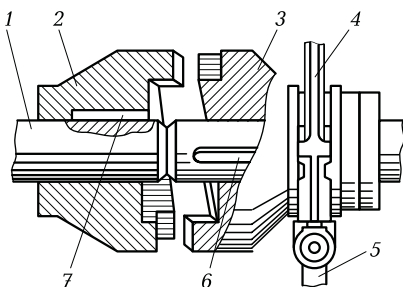


Рис. 5.8. Схема сборки составных валов с использованием гибкого вала:

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

Рис. 5.9. Кулачковая сцепная муфта:

1 — вал; 2, 3 — полумуфты; 4 — сухарь;  
5 — рычаг; 6 — направляющая шпонка;  
7 — призматическая шпонка



- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест валов 1 и отверстий в полумуфтах 2 и 3 на соответствие требованиям чертежа;
- осуществляют пригонку кулачковых полумуфт 2 и 3;
- устанавливают шпонки на валах (призматическую 7 — для неподвижной полумуфты и направляющую 6 — для подвижной);
- подгоняют сухарь 4 рычага 5 к пазу подвижной полумуфты 3;
- устанавливают на валу неподвижную полумуфту 2 и фиксируют ее положение;
- устанавливают на валу подвижную полумуфту 3;
- соединяют подвижную полумуфту 3 с рычагом 5 при помощи сухаря 4;
- проверяют сцепляемость полумуфт.

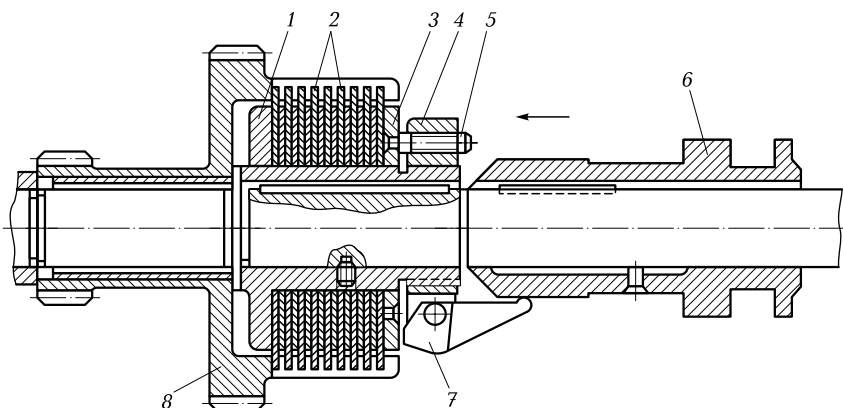


Рис. 5.10. Фрикционная сцепная муфта:

1 — ведомая полумуфта; 2 — фрикционные диски; 3 — нажимной диск; 4 — гайка;  
5 — фиксатор; 6 — скользящая втулка; 7 — нажимной рычаг; 8 — ведущая полумуфта

**Сборку составных валов при помощи фрикционной сцепной муфты** (рис. 5.10), применяемой в тех случаях, когда в процессе эксплуатации машины или механизма возникает необходимость периодического соединения и разъединения частей составного вала, производят в следующей последовательности:

- проверяют соответствие размеров посадочных мест на валах и в отверстиях полумуфт требованиям чертежа;
- устанавливают на ведомом валу шпонку;
- устанавливают ведущую *8* и ведомую *1* полумуфты на валы;
- закрепляют полумуфты *1* и *8* на валах;
- проверяют установленные на соединяемых валах полумуфты *1* и *8* на осевое и радиальное биение, используя индикатор часового типа, установленный на стойке;
- вводят ведомый вал с установленной на нем ведомой полумуфтой *1* в корпус ведущей полумуфты *8*;
- устанавливают поочередно фрикционные диски *2* на ведущую *1* и ведомую *8* полумуфты;
- устанавливают нажимной диск *3* на ведомой полумуфте *1*;
- устанавливают нажимной рычаг *7* в прорези гайки *4* на оси;
- наворачивают гайку *4* на ведомую полумуфту *1* до отказа, а затем отпускают на величину, равную суммарной величине зазора между фрикционными дисками (указывается в технических условиях на сборку);
- ввинчивают фиксатор *5* в отверстие гайки *4* так, чтобы он вошел в отверстие нажимного диска *3*;
- устанавливают на вал скользящую втулку *6* механизма включения;
- перемещают скользящую втулку *6* в крайнее левое положение;
- прикладывают крутящий момент, равный или несколько больший номинального (величину прикладываемого крутящего момента можно определить при помощи динамометра), к ведущей полумуфте *8*;
- производят регулировку (в случае проскальзывания фрикционных дисков), перемещая гайку *4* влево до тех пор, пока при приложении номинального крутящего момента не будет наблюдаться проскальзывания фрикционных дисков.

## 5.2. СБОРКА УЗЛОВ С ОСЯМИ И ПАЛЬЦАМИ

Оси и пальцы в отличие от валов не передают крутящих моментов, и в конструкциях машин и механизмов они либо неподвиж-

ны, либо самопроизвольно вращаются с небольшой частотой. В зависимости от конструкции сборочной единицы установка осей может быть выполнена разными способами:

- ось двухопорная, которая удерживается в корпусе от проворачивания за счет осевого усилия, создаваемого ее посадкой в отверстие корпуса с натягом;
- ось одноопорная, которая удерживается в корпусе от проворачивания за счет ее посадки в отверстие корпуса с натягом;
- ось одноопорная, удерживаемая от проворачивания в отверстии корпуса за счет стопора, установленного вдоль ее образующей.

Остановимся на особенностях сборки для каждого из перечисленных способов установки оси.

**Сборку конструкций с двухопорной осью** осуществляют в следующей последовательности:

- запрессовывают ось в одну из опор корпуса при помощи пневматической струбцины;
- устанавливают ось во вторую опору по переходной посадке;
- выполняют стопорение второй опоры от проворачивания при помощи стопорного винта.

**Сборку конструкций с одноопорной осью** выполняют следующим образом:

- запрессовывают в корпус втулку, в которой будет установлена ось;
- устанавливают ось во втулку;
- закрепляют ось в корпусе окончательно.

**Сборку конструкций с одноопорной осью, застопоренной вдоль образующей**, осуществляют следующим образом:

- запрессовывают ось в корпус;
- сверлят отверстие под стопорный винт одновременно в оси и корпусе таким образом, чтобы ось отверстия под стопорный винт совпала с образующей устанавливаемой оси;
- нарезают резьбу в отверстии под стопорный винт;
- устанавливают стопорный винт;
- устанавливают на ось втулку, зубчатое колесо и ограничитель.

### 5.3.

## СБОРКА ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ С ПОДШИПНИКАМИ СКОЛЬЖЕНИЯ

Последовательность выполнения работ при сборке узлов с подшипниками скольжения зависит от конструкции последних. По

конструктивному исполнению различают два типа подшипников скольжения: цельные и разъемные.

**Сборку неразъемного подшипника скольжения**, представляющего собой втулку из антифрикционного материала, запрессованную в корпус, осуществляют в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы отверстия корпуса и наружной поверхности втулки требованиям чертежа;
- запрессовывают втулку в корпус подшипника;
- обрабатывают внутреннюю поверхность втулки (расточивание или развертывание) после ее установки в корпус в целях восстановления первоначальных размеров;
- фиксируют положение втулки подшипника скольжения в корпусе от проворачивания:

стопорным винтом, установленным в боковую поверхность втулки (рис. 5.11, *а*);

штифтом по отверстию в буртике втулки (рис. 5.11, *б*);

винтом по отверстию в буртике втулки и резьбовому отверстию в корпусе (рис. 5.11, *в*);

винтом, ввинчиваемым в резьбовое отверстие, которое выполнено одновременно в корпусе и в боковой стенке втулки вдоль ее образующей (рис. 5.11, *г*);

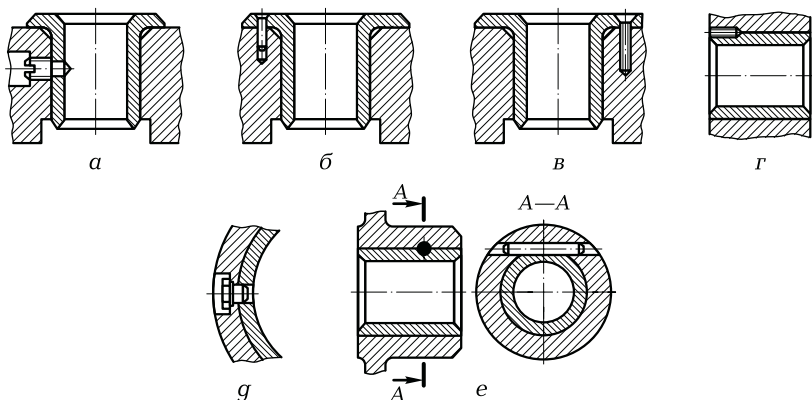


Рис. 5.11. Способы закрепления втулок в корпусе:

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

гладким стопором по отверстию в корпусе и боковой поверхности втулки (рис. 5.11, *g*);

штифтом по отверстию, выполненному одновременно в корпусе и боковой стенке втулки перпендикулярно ее образующей (рис. 5.11, *e*);

■ проверяют качество сборки:

геометрические размеры и форму посадочных мест во втулке неразъемного подшипника скольжения, используя универсальные (микрометрические) или специальные (калибры) измерительные средства;

осуществляют визуальный контроль в целях выявления поверхностных повреждений.

**Сборку разъемного подшипника скольжения**, представляющего собой втулку (вкладыш, разъем которого выполнен по диаметральной плоскости), состоящую из двух частей, осуществляют следующим образом:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы деталей собираемого узла требованиям чертежа;
- пришабривают посадочные места в корпусе и крышке подшипника скольжения под вкладыш;
- устанавливают половины вкладышей разъемного подшипника скольжения в корпус и крышку;
- наносят на посадочные места вала тонкий слой краски и устанавливают его во вкладыши подшипника скольжения;
- устанавливают на корпус крышку и закрепляют ее;
- проворачивают вал во вкладышах;
- снимают крышку подшипника скольжения и вынимают вал;
- пришабривают вкладыши корпуса подшипника и крышки по отпечаткам краски;
- устанавливают вал в корпус подшипника;
- устанавливают на корпус крышку;
- закрепляют крышку на корпусе;
- проворачивают вал в подшипниковых опорах и вновь разбирают узел;
- производят окончательное шабрение верхней и нижней половин вкладыша подшипника скольжения;
- выполняют окончательную сборку узла, устанавливая вал в корпус и закрепляя крышку на корпусе (между крышкой и корпусом перед их соединением следует поместить регулировочные прокладки для обеспечения заданного техническими условиями зазора в подшипниковом узле);
- проверяют вращение вала в подшипниках.

При монтаже подшипников качения в сборочную единицу их устанавливают с неподвижными посадками внутреннего кольца с валом и наружного кольца с поверхностью отверстия в корпусе. При такой установке подшипников, как правило, не требуется их дополнительное крепление от проворачивания. При напрессовывании подшипника на вал и его запрессовке в корпус в кольцах подшипника могут возникнуть деформации, в результате которых внутренний диаметр кольца увеличивается, а наружного — уменьшается. Соответственно уменьшаются зазоры между телами качения (шариками или роликами) и беговыми дорожками колец, что ведет к уменьшению радиального зазора в подшипнике, а это, в свою очередь, может привести к защемлению тел качения между беговыми дорожками колец подшипника.

Для уменьшения нагрузок от запрессовки назначают различные посадки для наружных и внутренних колец. Причем кольцо, которое в процессе эксплуатации подшипникового узла вращается, устанавливают с натягом, остающееся неподвижным кольцо — по переходной посадке, которая позволит ему проворачиваться под воздействием сил, действующих в процессе эксплуатации подшипникового узла.

Для предупреждения осевого перемещения подшипника на валу или в отверстии корпуса применяют различные конструктивные решения. Предотвратить перемещения подшипника по валу в осевом направлении можно следующими способами:

- за счет посадки с натягом, если подшипник вращается вместе с валом;
- разрезным пружинным кольцом, устанавливаемым в канавку, выполненную на валу;
- при помощи втулки, закрепляемой гайкой;
- за счет установки торцевой гайки, которая закрепляется винтом, ввинчиваемым в резьбовое отверстие, выполненное в торце вала;
- при помощи гайки, навинчиваемой на резьбовой конец вала;
- путем использования распорной втулки.

**Монтаж подшипников качения на вал** выполняют в следующей последовательности:

- подготавливают раствор для промывки подшипников перед установкой на вал (6%-ный раствор масла в бензине, нагретый



до температуры 75...85 °С, или водный раствор следующего состава, %: триэтиноламин — 0,5...1,0; нитрат натрия — 0,15...0,2; смачиватель ОП — 0,08...0,2; остальное вода);

- промывают подшипники, подлежащие установке на валах;
- проверяют качество промывки подшипников, проворачивая наружное кольцо относительно внутреннего (наружное кольцо должно вращаться плавно, без заедания);
- нагревают подшипник в масляной ванне при температуре 60...100 °С в течение 15...20 мин (температура и продолжительность нагрева зависят от характера посадки подшипника на вал);
- надевают подшипник на вал, прикладывая небольшое осевое усилие, до упора в заплечики вала так, чтобы заводское клеймо, нанесенное на кольцо подшипника, было видно;
- проверяют посадку подшипника качения на валу, вращая наружное кольцо (наружное кольцо должно вращаться плавно, без заедания);
- проверяют, используя щуп, плотность прилегания внутреннего кольца подшипника скольжения к заплечикам вала.

**Монтаж подшипников качения в корпус**, если его наружное кольцо устанавливается с натягом, осуществляют так же, как и монтаж подшипника на вал. Отличие заключается в том, что при монтаже подшипника качения в корпус нагреву подвергают корпусную деталь. Если по каким-либо причинам нагреть корпусную деталь невозможно, то прибегают к охлаждению подшипника, которое осуществляют за счет использования «сухого льда» (твердой углекислоты).

**Фиксация осевого положения подшипников в собираемом узле.** При использовании в собираемом узле нескольких подшипников скольжения один из них фиксируют от осевого перемещения и в корпусе, и на валу, а остальные — или только в корпусе, или только на валу. Такое крепление подшипников в узле позволяет компенсировать возможные погрешности сборки и изготовления деталей сборочной единицы, а также предупредить заклинивание тел качения в процессе эксплуатации сборочной единицы с подшипниками качения в результате теплового расширения.

**Создание предварительного натяга в подшипниковых узлах.** При сборке высокоточных безлюфтовых редукторов радиальные зазоры, с которыми подшипники собраны на заводе, довольно часто не могут обеспечить достаточной точности при работе этих редукторов. В этих случаях радиальные зазоры в подшипниках должны быть уменьшены.

Достигается это за счет создания предварительного натяга в подшипниковых узлах с подшипниками качения путем смещения одного кольца подшипника относительно другого в осевом направлении.

Если, например, в подшипниковом узле, конструкция которого изображена на рис. 5.12, длина распорных втулок 1 и 2 будет различаться на некоторую величину, то его наружное кольцо сместится относительно внутреннего, что вызовет уменьшение радиального зазора. Длину распорных втулок для создания радиального зазора необходимой величины указывают в технических условиях на сборку.

Создание предварительного натяга при использовании распорных втулок осуществляют в следующей последовательности:

- проверяют геометрические размеры, форму и шероховатость посадочных поверхностей вала на соответствие требованиям чертежа;
- проверяют геометрические размеры, форму и шероховатость посадочных мест в отверстии корпусной детали на соответствие требованиям чертежа;
- проверяют соответствие размеров колец подшипника требованиям их посадки на валу и в отверстии корпусной детали;
- устанавливают на вал первый подшипник;
- устанавливают на шейке вала распорную втулку, длина которой указана в технических условиях на сборку;
- устанавливают вал с подшипником и втулкой в корпус;
- устанавливают в отверстие корпуса вторую распорную втулку, длина которой также указана в технических условиях на сборку;
- устанавливают второй подшипник одновременно на вал и в корпус;
- закрепляют подшипниковые узлы от осевого перемещения, используя гайку, навинчиваемую на резьбовой конец вала, и уступ крышки корпуса;

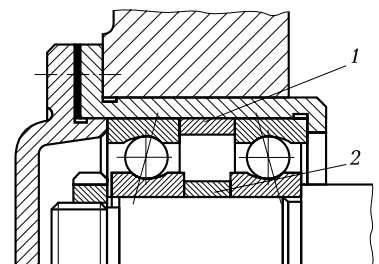


Рис. 5.12. Схема подшипниковой сборочной единицы, позволяющей регулировать радиальные зазоры в опорах:

1, 2 — втулки

- производят уплотнение подшипникового узла;
- выполняют проверку собранного подшипникового узла.

**Уплотнение подшипниковых узлов** осуществляется в целях предотвращения попадания различного рода загрязнений в подшипниковый узел и предотвращения вытекания смазочного материала из подшипникового узла в процессе его эксплуатации. Наиболее часто применяют войлочные (сальниковые) уплотнения, манжетные уплотнения различной конструкции и лабиринтные уплотнения.

При установке *войлочных уплотнений* уплотняющие кольца должны быть пропитаны техническим вазелином или его смесью с касторовым маслом. Размер колец подбирают таким образом, чтобы они плотно входили в выточку крышки и плотно облегали вал при установке крышки в подшипниковый узел.

При применении для уплотнения подшипниковых узлов *манжет* их устанавливают в выточку крышки, а затем крышку с установленной в ней манжетой плотно прижимают к корпусу и закрепляют винтами.

При использовании *лабиринтного уплотнения* на корпус устанавливают крышку с пазами лабиринтного уплотнения и закрепляют ее. После этого на вал устанавливают втулку лабиринтного уплотнения таким образом, чтобы ее выступы попали в пазы крышки, и фиксируют положение крышки на валу при помощи гайки или стопорного винта.

**Контроль качества сборки подшипниковых узлов с радиальными подшипниками.** После установки радиального подшипника качения проверяют плотность его прилегания к заплечикам вала и корпуса щупом в нескольких местах по периметру (щуп толщиной 0,03 мм не должен входить между подшипником и заплечиками вала и отверстия корпуса).

Уступ на валу или в корпусе по высоте должен быть не менее половины толщины соответствующего кольца подшипника.

Тела качения подшипника не должны быть защемлены (проверка осуществляется проворачиванием подшипника от руки). Оно должно быть легким, иметь плавный ход и незначительный шум. В подшипнике, проворачиваемом от руки, должно наблюдаться небольшое осевое смещение (за исключением узлов, в которых создается предварительный натяг подшипников). После контроля сборки осуществляют обкатку подшипникового узла, которая позволяет выявить целый ряд дефектов сборки. Наиболее распространенные дефекты сборки подшипниковых узлов, причины их появления и способы устранения приведены в табл. 5.1.

**Таблица 5.1. Дефекты сборки подшипниковых узлов с радиальными подшипниками качения, причины их появления и способы устранения**

Дефект	Причина	Способ устранения
Повышенный шум	Повреждение тел качения	Подшипник заменить
	Защемление тел качения вследствие неправильной регулировки	Отрегулировать натяг в подшипнике
	Износ посадочных мест	Отремонтировать посадочные места
	Отсутствие смазки	Смазать подшипник
Выкрашивание рабочих поверхностей колец и тел качения	Усталость материала	Подшипник заменить
Неравномерность вращения	Несоосность посадочных мест на валу и в корпусе	Устранить несоосность
	Повреждение рабочих поверхностей подшипника (трещины, сколы, забоины, риски)	Подшипник заменить
Коррозия на рабочих поверхностях подшипника	Попадание влаги или агрессивных веществ из-за плохого уплотнения	Заменить уплотнение. При наличии раковин заменить и подшипник
Заедание подшипника при вращении от руки	Попадание посторонних частиц	Промыть или заменить подшипник
Повреждение сепаратора	Попадание посторонних частиц	Устранить повреждение или заменить подшипник
	Недостаточная смазка	Увеличить смазку
Нарушение посадки подшипника	Износ посадочных мест	Отремонтировать шейку вала или отверстие корпуса
	Износ колец подшипника	Заменить подшипник

Дефект	Причина	Способ устранения
Уплотняющее устройство не обеспечивает уплотнение вала	Загрязнение или износ уплотняющих устройств	Загрязненное уплотнение промыть в керосине, изношенное заменить

### Особенности монтажа некоторых типов подшипников.

*Установка радиально-упорных роликовых подшипников* отличается рядом особенностей, которые связаны с тем, что величина зазора, задаваемая в технических условиях на сборку подшипников узла, не зависит от характера посадки подшипниковых колец на вал и в корпус и регулируется в процессе сборки.

Монтаж радиально-упорных подшипников с коническими роликами осуществляется отдельно, т.е. сначала на вал устанавливают внутреннее кольцо, затем устанавливают сепаратор с роликами и только после этого в корпус запрессовывают наружное кольцо.

*Регулирование зазора* в радиально-упорных подшипниках с коническими роликами осуществляют регулировочным винтом или регулировочными прокладками (рис. 5.13) в следующей последовательности:

- устанавливают на концах вала внутренние кольца радиально-упорного подшипника;
- размещают на внутренних кольцах радиально-упорного подшипника сепараторы с коническими роликами;

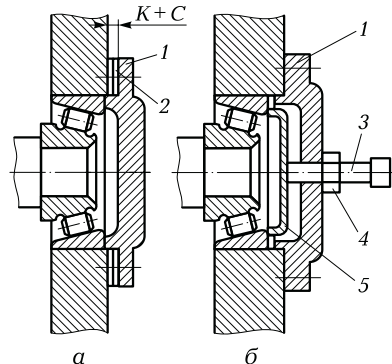


Рис. 5.13. Схема регулировки подшипниковых узлов с роликовыми радиально-упорными подшипниками:

*а* — прокладками; *б* — проставкой и винтом; 1 — крышка; 2 — прокладка; 3 — регулировочный винт; 4 — контргайка; 5 — проставка; *K* — расстояние от крышки до корпуса; *C* — осевой зазор в подшипнике

- устанавливают вал с напрессованными на него внутренними кольцами, на которые надеты сепараторы, в корпус подшипникового узла;
- запрессовывают наружные кольца радиально-упорного подшипника в отверстия корпуса;
- устанавливают крышку 1 с левой стороны корпуса;
- затягивают крышку 1 до отказа (рис. 5.13, а);
- измеряют величину зазора  $K$  между корпусом и крышкой;
- подбирают комплект прокладок 2 толщиной  $K + C$ , где  $C$  — величина осевого зазора в подшипниковом узле, указанная в технических условиях на сборку;
- снимают крышку 1 с корпуса;
- устанавливают между корпусом и крышкой комплект прокладок;
- крышку устанавливают на корпус и закрепляют окончательно;
- устанавливают крышку 1 с проставкой 5 и регулировочным винтом 3 с правой стороны корпуса (рис. 5.13, б);
- затягивают винт 3 до отказа.

В тех случаях, когда регулирование зазора в подшипниковом узле с радиально-упорными подшипниками осуществляется при помощи регулировочного винта (см. рис. 5.13, б), поступают следующим образом:

- отпускают регулировочный винт 3, предварительно затянутый до отказа, так, чтобы обеспечить осевое перемещение винта, соответствующее величине зазора в подшипниковом узле, указанной в технических условиях на сборку;
- фиксируют положение регулировочного винта контргайкой 4.

**Сборку узлов с игольчатыми подшипниками** выполняют в тех случаях, когда в узлах действуют большие нагрузки, а габаритные размеры этих узлов ограничены.

Поставляются игольчатые подшипники в разобранном виде как комплект деталей (наружное кольцо, внутреннее кольцо, ролики и боковые ограничители). В ряде случаев игольчатые подшипники могут собираться без одного или обоих колец, роль которых могут выполнять посадочные поверхности вала и корпуса. Возможно также использование в качестве ограничителей заплочиков вала и корпуса.

Сборка узла с игольчатыми подшипниками может осуществляться двумя способами: на валу и в отверстии с применением монтажной втулки — кольца или монтажного вала (рис. 5.14).

Сборку подшипникового узла с использованием монтажной втулки-кольца выполняют следующим образом:

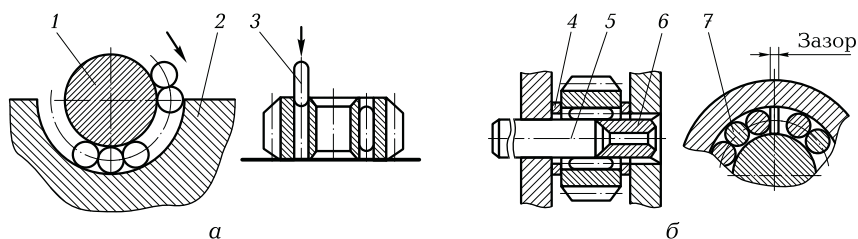


Рис 5.14. Схема монтажа игольчатого подшипника:

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

- наносят на посадочную поверхность шейки вала слой консистентной смазки;
- устанавливают вал 1 в монтажное полукольцо 2;
- вводят последовательно в зазор между валом 1 и монтажным полукольцом 2, постепенно поворачивая вал, игольчатые ролики 3 (рис. 5.14, *а*) до тех пор, пока весь комплект игольчатых роликов не будет установлен;
- надевают на вал охватывающую деталь подшипникового узла, смещая монтажное кольцо.

Сборка подшипникового узла с игольчатым подшипником с применением монтажного вала несколько отличается от сборки этого узла с использованием монтажной втулки-кольца, ее осуществляют следующим образом (рис. 5.14, *б*):

- наносят слой консистентной смазки на внутреннюю поверхность отверстия;
- вводят в отверстие монтажный вал 6, диаметр которого на 0,1 ... 0,2 мм меньше номинального диаметра вала;
- устанавливают последовательно игольчатые ролики 7 в зазор между монтажным валом и охватывающей деталью так, чтобы последний игольчатый ролик входил свободно;
- устанавливают ограничительные кольца 4;
- устанавливают на место рабочий вал 5, который вытесняет из отверстия монтажный вал, а игольчатые ролики и ограничитель остаются на месте.

**Сборка подшипниковых узлов с упорными подшипниками** отличается тем, что их установка на валу должна быть осуществлена с натягом, а второе кольцо подшипника, устанавливаемое в отверстии корпуса, в обязательном порядке должно иметь зазор, что позволяет подшипнику самоустанавливаться в процессе эксплуата-

**Таблица 5.2. Дефекты сборки подшипниковых узлов с упорными подшипниками качения и причины их появления**

Дефект	Причина появления
Резкий шум при работе подшипникового узла	Вмятины на дорожках качения, появление которых обусловлено применением в процессе сборки ударных инструментов
Неравномерный шум при работе подшипникового узла	Попадание посторонних частиц в подшипник
Шелушение дорожек качения в поперечном направлении	Перекас колец относительно посадочных мест в процессе сборки
Ненормальное повышение температуры при работе подшипникового узла	Проворачивание внутреннего кольца на валу
Появление трещин по окружности колец	Слишком тугая посадка кольца на валу или в корпусе
Выкрашивание краев роликов и сопряженных с ними поверхностей дорожек качения	Результат отклонения от соосности вала и корпуса роликового подшипника

ции при смещении оси вала. Величина этого зазора колеблется в пределах 0,2... 0,3 мм.

При сборке подшипниковых узлов с упорными подшипниками качения возможно появление ряда дефектов, возникновение которых связано с причинами, приведенными в табл. 5.2.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. С какой целью при сборке составных валов применяют соединительные муфты?
2. Почему при сборке жестких соединительных муфт необходимо обеспечить строгую соосность частей составного вала?
3. В чем состоят достоинства соединительных муфт с промежуточным кольцом?
4. В чем заключаются особенности сборки предохранительных и сцепных муфт?
5. Почему при сборке двухопорных осей одну из них устанавливают с натягом?
6. Почему при сборке неразъемного подшипника скольжения необходима его последующая дополнительная обработка?



7. Как можно проверить соосность отдельно стоящих опор подшипников скольжения?
8. Как оценивается качество пригонки подшипниковых опор с разъемными подшипниками скольжения к гнездам крышки корпуса и по шейкам вала?
9. С какой целью и как производится контроль зазора в разъемных подшипниках скольжения?
10. Почему необходимо обеспечить плотное прилегание торцев колец подшипника к заплечкам вала и корпуса?
11. Что может произойти, если зазор в радиально-упорном подшипнике с коническими роликами не будет соответствовать техническим условиям на сборку?
12. В чем заключаются особенности сборки игольчатых подшипников качения?

# СБОРКА МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕДАЧИ ДВИЖЕНИЯ

## 6.1. СБОРКА РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ

В ременных передачах движение от ведущего шкива к ведомому осуществляется за счет сил трения, возникающих между шкивом передачи и ремнем.

В этом случае важным является выполнение технических требований, предъявляемых к шкивам, применяемым в ременных передачах:

- ободы шкивов должны иметь гладкую поверхность без каких-либо повреждений;
- канавки шкивов клиноременной передачи должны иметь одинаковые размеры;
- допустимое радиальное биение шкива не должно превышать 0,1 мм для шкивов диаметром до 300 мм и 0,15 мм для шкивов диаметром свыше 300 мм;
- допустимое осевое биение не должно превышать соответственно 0,06 и 0,08 мм;
- шкивы, имеющие окружную скорость более 5 м/с, должны быть отбалансированы.

**Балансировка шкивов** осуществляется для исключения неуравновешенности шкивов ременной передачи, которая может привести в процессе эксплуатации к возникновению динамических нагрузок, повышающих износ деталей машин и механизмов.

Различают два типа балансировки: статическую и динамическую.

*Статическая балансировка* осуществляется с использованием горизонтальных параллельных призм и дисковых роликов.

Задача статической балансировки — определить величину дисбаланса и устранить его путем либо удаления в определенном месте части материала, либо, наоборот, добавления массы материала за счет наварки или приклепывания.

Выполняют статическую балансировку шкива ременной передачи в следующей последовательности:

- наносят на торцевой поверхности шкива шесть рисок, расположенных под углом  $60^\circ$ ;
- надевают шкив на эталонный вал и устанавливают на призмы так, чтобы две противоположные риски находились в горизонтальной плоскости;
- закрепляют груз массой 5...10 г на некотором расстоянии от оси шкива, затем массу груза постепенно увеличивают до тех пор, пока шкив не повернется на призмах (массу груза, выводящего шкив из равновесия, фиксируют);
- выполняют те же самые действия для рисок, расположенных под углом  $60^\circ$  к первой паре рисок, а затем и для последней пары;
- определяют величину дисбаланса как разность между максимальной и минимальной массами, выводящими шкив из равновесия при каждом из приведенных исследований;
- закрепляют на шкиве груз, масса которого равна массе дисбаланса на выбранном радиусе.

**Контроль параллельности валов ременной передачи** осуществляют при помощи простейшего приспособления, состоящего из отвеса и двух стрелок, устанавливаемых на валах передачи, в следующей последовательности:

- устанавливают на валах передачи стрелки, расположив их в вертикальной плоскости;
- на стойке закрепляют отвес;
- стрелки, установленные на валах, перемещают таким образом, чтобы они коснулись отвеса;
- поворачивают стрелки, установленные на валах, на  $180^\circ$  и проверяют их касание шнура отвеса (если стрелки касаются шнура, то валы параллельны, если стрелки его не касаются, то валы не параллельны).

**Контроль радиального и осевого биения шкивов** осуществляется вне зависимости от конструкции и габаритных размеров шкива, устанавливаемого в передачу.

Наиболее сложным представляется контроль на радиальное и осевое биение составных шкивов, которые, как правило, состоят из двух частей: ступицы и обода, которые соединены между собой при помощи резьбовых деталей или заклепок.

Контроль осевого и радиального биения составных шкивов выполняют в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест требованиям чертежа и технических условий;
- сверлят отверстия в ободе шкива под временные болты для его соединения со ступицей;
- напрессовывают обод шкива на ступицу;
- сверлят отверстия в ступице, используя отверстия в ободе шкива под временные болты в качестве кондуктора;
- устанавливают временные болты и затягивают их;
- устанавливают собранный шкив на эталонном валу и проверяют его на радиальное и осевое биение (если радиальное и осевое биение находятся в пределах нормы, то временные болты заменяют постоянными).

Если в результате контроля выяснилось, что величины радиального и (или) осевого биения выходят за пределы допускаемых отклонений, то поступают следующим образом:

- снимают временные болты;
- обод поворачивают относительно ступицы на угол, кратный числу временных болтов;
- вновь затягивают временные болты;
- операцию продолжают до тех пор, пока отклонения по радиальному и осевому биению не будут соответствовать допускаемым.

**Установку шкивов на вал** осуществляют в следующей последовательности:

- проверяют геометрические размеры и форму посадочных мест вала на соответствие требованиям чертежа или технических условий на сборку;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест отверстия шкива на соответствие требованиям чертежа или технических условий на сборку;
- устанавливают на посадочной шейке вала шпонку (как правило, призматическую);
- устанавливают на посадочную шейку вала шкив;
- закрепляют установленный на валу шкив (если в этом есть необходимость);
- проверяют взаимное расположение шкивов на валах передачи.

**Установка ремней** в передачу в значительной степени определяется конструкцией ремня.

Ремни клиноременных и круглоременных передач изготавливаются цельными (бесконечными) определенных размеров. Ремни

подбирают по размеру и перед установкой в передачу растягивают их, чтобы после установки, когда размер ремней восстановится, они плотно прилегали к поверхностям шкивов.

Перед установкой ремней плоскоременной передачи их нарезают на отрезки определенной длины, сшивают и затем устанавливают на шкивы так же, как и ремни клиноременных и круглоременных передач. Соединение концов плоского ремня осуществляют разными способами:

- металлическими прижимами;
- специальными металлическими соединительными пластинами;
- жильными, сыромятными или капроновыми шивками толщиной 1 ... 3 мм;
- металлическими крючками.

Во всех случаях места соединения не должны иметь утолщений с рабочей стороны ремня.

Выбор соединения концов плоского ремня зависит от материала, из которого он изготовлен (рис. 6.1):

*Кожаные ремни* склеивают по скошенным участкам (рис. 6.1, а).

Склеивание производят в два слоя следующим образом:

- наносят на соединяемые поверхности ремня слой клея кистью;
- выдерживают места нанесения клеевого слоя в течение 5...6 мин;
- наносят на соединяемые поверхности второй слой клея;
- соединяют концы ремня и прокатывают роликом;

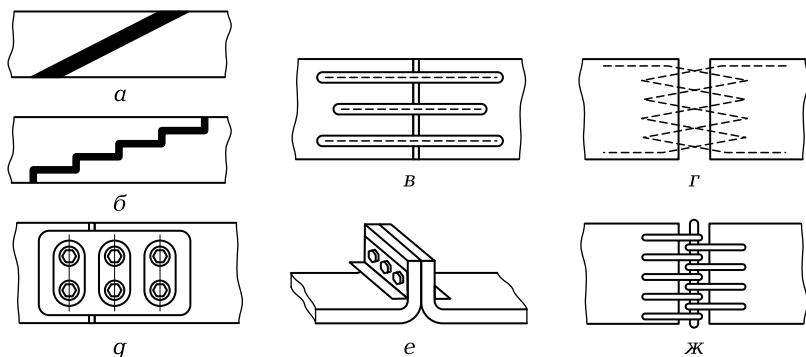


Рис. 6.1. Способы соединения концов плоских ремней:

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

- зажимают место соединения концов ремня между двумя металлическими пластинами и просушивают в течение 4...6 ч;
- вытягивают ремень в специальном приспособлении в течение 10...12 ч.

*Прорезиненные ремни* соединяют в следующей последовательности (рис. 6.1, б):

- расслаивают ножом и срезают уступами, длина которых зависит от ширины ремня (ширина ремня до 150 мм — длина уступа до 90 мм; ширина ремня 150...250 мм — длина уступа 125 мм);
- наносят на соединяемые поверхности 3—4 слоя клея, просушивая каждый из них;
- соединяют концы ремня, оставляя в стыках зазор примерно 1 мм;
- прокатывают место стыка роликом;
- производят вулканизацию места склеивания при температуре 125...140 °С при давлении не менее 0,4 МПа в течение 15...20 мин.

*Хлопчатобумажные и шерстяные цельнотканые ремни* сшивают встык при больших нагрузках, передаваемых ременной передачей, на стык накладывают стальные пластины (рис. 6.1, в, г). Для предупреждения разлохмачивания стык прошивают тонкой стальной струной по всей ширине. Сшивание концов ремня производят в следующей последовательности:

- пробивают пробойником отверстия диаметром 8...10 мм рядами в шахматном порядке на расстоянии 50...80 мм в ряду и 15...20 мм от края ремня (число рядов в зависимости от ширины ремня составляет 2—5);
- сшивают концы ремня сыромятной сшивкой толщиной несколько меньше диаметра пробитых отверстий;
- устанавливают металлические накладки и закрепляют их на ремне (в случае необходимости).

*Кожаные и прорезиненные ремни* могут быть соединены также и при помощи жестких металлических элементов (рис. 6.1, г, е). Применяют такое соединение ремней при больших диаметрах шкивов и скоростях, не превышающих 10 мс, а также в аварийных случаях. Выполняют соединение, используя скрепки, скобы, металлические угольники, специальные болты и специальные медные заклепки. Для соединения таких ремней возможно применение шарнирных металлических соединений, которые выполняют проволочными крючками (рис. 6.1, ж), соединяемыми стержнями.

Поскольку передача движения от ведущего шкива к ведомому осуществляется за счет сил трения, ремень на шкивах должен

быть установлен с определенным усилием, обеспечивающим достаточную величину этого трения.

В процессе эксплуатации ремень передачи растягивается, т. е. длина его увеличивается, а сила сцепления со шкивом уменьшается, вследствие этого изменяется и передаточное отношение передачи. В этой связи в ременных передачах целесообразно предусматривать специальные устройства, обеспечивающие постоянное натяжение ремня передачи.

**Установку устройств натяжения ремня**, обеспечивающих постоянное натяжение ремня в процессе эксплуатации ременной передачи, осуществляют в зависимости от конструкции натяжного устройства двумя способами:

1. Перемещением одного из шкивов передачи, например шкива, расположенного на электродвигателе. В этом случае применяют специальные салазки (рис. 6.2, а) или качающуюся плиту (рис. 6.2, б);

2. Установкой дополнительного шкива — натяжного ролика, который монтируют на специальной стойке.

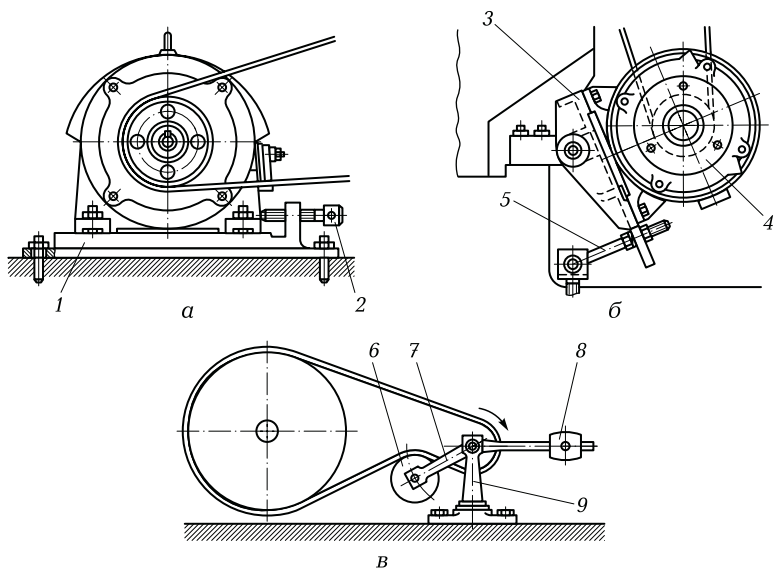


Рис. 6.2. Способы натяжения ремня в ременной передаче:

а — перемещением двигателя на специальных салазках; б — с использованием качающейся плиты; в — при помощи натяжного ролика; 1 — плита; 2, 5 — винты; 3 — качающаяся плита; 4 — электродвигатель; 6 — натяжной ролик; 7 — рычаг; 8 — груз-противовес; 9 — стойка

Установку специального натяжного устройства (рис. 6.2, в) с применением натяжного ролика выполняют в следующей последовательности:

- устанавливают стойку 9 натяжного устройства;
- размещают рычаг 7 натяжного устройства в пазу стойки 9;
- вводят ось в отверстия стойки 9 и рычага 7;
- устанавливают шпильки, предупреждающие самопроизвольное смещение оси;
- устанавливают натяжной ролик 6 в паз рычага 7;
- устанавливают ось в отверстиях рычага 7 и натяжного ролика 6;
- устанавливают груз-противовес 8 на втором плече рычага;
- подводят натяжной ролик 6 к ремню передачи;
- добиваются того, чтобы ремень передачи имел стрелу прогиба, соответствующую техническим условиям на сборку, для этого груз-противовес 8 перемещают вдоль рычага 7;
- фиксируют положение груза-противовеса 8 на рычаге 7.

**Контроль качества сборки ременной передачи** сводится к определению степени натяжения ремня на шкивах передачи, которая определяется следующим образом:

- устанавливают линейку на образующие шкивов;
- прикладывают к ремню на одинаковом расстоянии от осей шкивов усилие, величина которого указана в технических условиях на сборку и контролируется при его приложении при помощи динамометра;
- измеряют расстояние от места приложения усилия до линейки, приложенной к образующим шкивов (это расстояние должно соответствовать величине прогиба, указанной в технических условиях на сборку);
- регулируют силу натяжения ремня по результатам проведенного контроля.

После сборки ременной передачи, ее регулировки и обкатки возможно появление различного рода дефектов, причины появления которых и способы устранения приведены в табл. 6.1.

**Таблица 6.1. Дефекты сборки ременной передачи, причины их появления и способы устранения**

Дефект	Причина	Способ устранения
Проскальзывание ремня	Недостаточное натяжение ремня вследствие его вытягивания	Увеличить натяжение ремня



Дефект	Причина	Способ устранения
Повышенный нагрев ремня и шкивов	Ремень натянут излишне сильно	Ослабить натяжение ремня
Повышенный нагрев натяжного ролика	Отсутствие смазки в подшипниках ролика	Смазать подшипник ролика
	Износ или поломка подшипника ролика	Подшипник ролика заменить
Плоский ремень сходит со шкива	Отклонение осей шкивов от параллельности	Устранить отклонение осей от параллельности
	Несовпадение средних плоскостей шкивов	Отрегулировать положение средних плоскостей шкивов
	Значительное радиальное или торцевое биение шкивов	Перепрессовать шкивы на валу. Устранить биение протачиванием шкива, проверить балансировку и при необходимости устранить дисбаланс
	Недостаточное натяжение ремня	Увеличить натяжение ремня
	Ремень шит косо	Перешить ремень

## 6.2. ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ И ИХ СБОРКА

Технологический процесс сборки цепной передачи состоит из двух основных операций:

1. Установка и закрепление звездочек на валах (звездочки составной конструкции предварительно собирают и проверяют на осевое и радиальное биение);

2. Установка цепей на звездочки передачи и регулировка их натяжения.

**Сборку составных звездочек** осуществляют в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест на ступице требованиям чертежа;
- проверяют соответствие посадочных мест зубчатого венца звездочки требованиям чертежа;
- сверлят отверстия под временные болты в зубчатом венце звездочки для его соединения со ступицей;
- напрессовывают зубчатый венец на ступицу звездочки;
- сверлят отверстия под временные болты в ступице звездочки, используя в качестве кондуктора отверстия, просверленные в зубчатом венце;
- устанавливают временные болты в отверстия зубчатого венца и ступицы звездочки;
- затягивают временные болты сначала предварительно, а затем окончательно;
- устанавливают собранную звездочку на эталонный вал;
- устанавливают эталонный вал с помещенной на нем звездочкой в центрах или на призмах;
- укладывают калибр-пробку во впадину между зубьями звездочки;
- вводят в контакт с поверхностью калибра-пробки измерительную ножку индикатора часового типа, установленного на стойке, и сообщают стрелке индикатора натяг на 2—3 оборота;
- выставляют индикатор на ноль;
- поднимают измерительную ножку индикатора часового типа;
- убирают калибр и поворачивают звездочку с эталонным валом, укладывая калибр-пробку в следующую впадину между зубьями, опускают измерительную ножку индикатора до касания с поверхностью калибра-пробки и записывают его показания (эту операцию повторяют для всех впадин между зубьями звездочки);
- определяют величину радиального биения зубчатого венца звездочки как разность между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора часового типа;
- если величина биения превышает допустимые пределы, то временные болты снимают, зубчатый венец поворачивают на угол, кратный числу временных болтов, и вновь устанавливают временные болты;
- повторяют контроль на радиальное биение зубчатого венца;
- после того как радиальное биение зубчатого венца будет соответствовать требованиям технических условий на сборку, временные болты заменяют постоянными, для этого поочередно

удаляют временные болты, разворачивают отверстия и устанавливают постоянные болты.

**Установку звездочек на вал** выполняют следующим образом:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочного места ведущего вала требованиям чертежа;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочного места ведущей звездочки требованиям чертежа;
- сверлят отверстие под стопорный винт в одной из стенок ступицы;
- в отверстии под стопорный винт нарезают резьбу;
- устанавливают шпонку на ведущий вал;
- пригоняют паз ступицы по шпонке;
- устанавливают ведущую звездочку на вал;
- фиксируют положение ведущей звездочки на валу при помощи стопорного винта и контргайки;
- проверяют осевое биение ведущей звездочки на валу;
- проверяют радиальное биение ведущей звездочки на валу;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочного места ведомого вала требованиям чертежа;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочного места ведомой звездочки требованиям чертежа;
- в одной из стенок ступицы ведомой звездочки сверлят отверстие под установочный штифт;
- напрессовывают ведомую звездочку на вал;
- сверлят одновременно отверстие в валу и во второй стенке ступицы ведомой звездочки, используя ранее просверленное в ее стенке отверстие в качестве кондуктора;
- разворачивают отверстия под установочный штифт одновременно в ступице и валу;
- устанавливают штифт в развернутое отверстие;
- проверяют ведомую звездочку на радиальное и осевое биение;
- проверяют совпадение плоскостей вращения ведущей и ведомой звездочек (при несовпадении плоскостей вращения звездочек отпустить стопорный винт крепления ведущей звездочки и отрегулировать ее положение относительно ведомой, устанавливая или удаляя прокладку между ступицей ведущей звездочки и заплечиком вала);
- затягивают стопорный винт с контргайкой.

**Монтаж цепей** на звездочки передачи производят следующим образом:

- удаляют с цепи консервирующую смазку;

- промывают и просушивают цепь (для просушивания цепи наиболее целесообразно использовать сжатый воздух);
- подгоняют цепь по длине в соответствии с чертежом передачи;
- соединяют концы цепи либо на верстаке, либо непосредственно на передаче, когда цепь в соединенном состоянии не может быть установлена в передачу вследствие особенностей ее конструкции.

Наиболее часто в цепных передачах применяют роликовые и втулочные цепи, установку которых выполняют в следующей последовательности:

- определяют необходимую для собираемой передачи длину цепи;
- освобождают замыкающее звено от шплинтов или запирающей пластины;
- снимают с цепи замыкающее звено;
- спиливают выступающий конец соединительного валика перед последним (лишним) звеном цепи;
- выбивают валик со спиленным концом и отсоединяют лишнюю группу звеньев;
- устанавливают в цепь снятое замыкающее звено и зашплинтовывают;
- устанавливают цепь на звездочках;
- стягивают концы цепи при помощи специального приспособления;
- соединяют замыкающее звено со вторым концом цепи и зашплинтовывают его;
- проверяют качество сборки передачи, проворачивая ее вручную;
- проверяют натяжение цепи на соответствие стрелы провисания требованиям технических условий.

Для обеспечения постоянного натяжения цепи в процессе эксплуатации передачи устанавливают специальные натяжные звездочки (рис. 6.3), которые могут смещаться, обеспечивая тем самым постоянное натяжение цепи. Собирают такие звездочки следующим образом:

- приклепывают зубчатый венец 4 звездочки к ступице 5;
- проверяют биение зубчатого венца относительно отверстия ступицы;
- устанавливают сальниковое уплотнение 8 в канавку ступицы 5;
- напрессовывают шариковый подшипник 3 на палец 2;
- устанавливают дистанционную втулку 6;
- устанавливают ступицу 5 в сборе на подшипник 3;

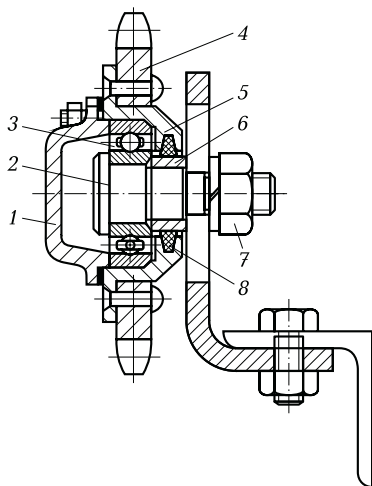


Рис. 6.3. Конструкция натяжной звездочки:

1 — крышка; 2 — палец; 3 — шариковый подшипник; 4 — зубчатый венец; 5 — ступица; 6 — дистанционная втулка; 7 — гайка; 8 — сальниковое уплотнение

- устанавливают и закрепляют крышку 1, предварительно наполнив ее консистентной смазкой;
- собранную натяжную звездочку крепят на кронштейне или стойке при помощи гайки 7.

При применении этого приспособления натяжение цепи обеспечивается за счет перемещения пальца 2 с установленной на нем звездочкой в пазу кронштейна, закрепляемого на корпусной детали передачи.

## 6.3. СБОРКА ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Технические требования к зубчатым передачам определяются их функциональным назначением. Основными требованиями являются:

- осевое и радиальное биение передачи, которое не должно выходить за пределы, указанные в технических условиях;
- взаимное расположение валов передачи:
  - параллельность осей валов — для цилиндрической зубчатой передачи;
  - перпендикулярность осей валов — для конической (при этом валы должны располагаться в одной плоскости) и червячной передач.

Все детали, поступающие на сборку, проверяют на соответствие их геометрических размеров и формы требованиям чертежа и технических условий.

При входном контроле зубчатых колес (на примере цилиндрического зубчатого колеса) необходимо проверять следующие параметры:

- погрешность основного шага;
- радиальное биение;
- толщину зуба;
- смещение исходного контура;
- длину общей нормали.

**Контроль погрешности основного шага** осуществляют с помощью специального прибора — шагомера (рис. 6.4) в следующей последовательности:

- настраивают шагомер на номинальный шаг зубчатого колеса, размер которого равен номинальному размеру основного шага, при помощи блока концевых мер длины, размещая их между измерительными наконечниками 1 и 5;
- устанавливают опорный наконечник 4 на зуб проверяемого зубчатого колеса;
- измерительный наконечник 1 вводят в контакт с зубом зубчатого колеса;
- вводят в контакт с зубом зубчатого колеса подвижный измерительный наконечник 5, вращая установочный винт 3;

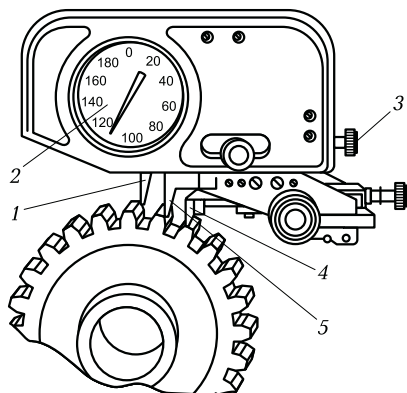


Рис. 6.4. Шагомер основного шага:

1, 5 — измерительные наконечники; 2 — отсчетное устройство; 3 — установочный винт; 4 — опорный наконечник

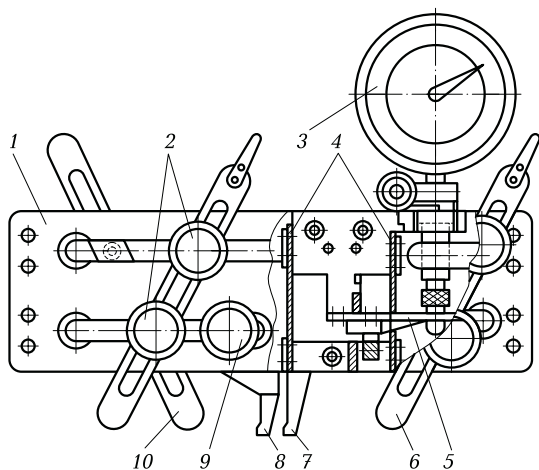


Рис. 6.5. Шагомер окружного шага:

1 — корпус; 2, 9 — винты; 3 — индикатор; 4 — подвесы; 5 — угловой рычаг; 6, 10 — опорные ножки; 7 — подвижный наконечник; 8 — переставной наконечник

- определяют величину окружного шага по показаниям индикаторного прибора, установленного в корпусе шагомера основного шага.

**Контроль погрешности окружного шага** осуществляют также при помощи специального контрольного инструмента — шагомера окружного шага (рис. 6.5) следующим образом:

- устанавливают переставной наконечник 8 на заданный размер, перемещая его относительно корпуса 1 до совпадения штриха, нанесенного на наконечник, со штрихом шкалы, соответствующим модулю проверяемого зубчатого колеса;
- закрепляют переставной наконечник 8 винтом 9;
- устанавливают опорные ножки 6 и 10 таким образом, чтобы они закруглениями опирались на окружность выступов зубьев зубчатого колеса;
- закрепляют опорные ножки 6 и 10 в заданном положении винтом 2;
- накладывают шагомер на контролируемое колесо;
- переносят шагомер с одной пары зубьев на другую до возвращения в исходное положение;
- фиксируют по отклонению стрелки индикаторного отсчетного устройства прибора отклонения от заданной величины окружного шага.

**Контроль радиального биения цилиндрических зубчатых колес** осуществляют при помощи специального прибора — биенимера (рис. 6.6) в следующей последовательности:

- надевают проверяемое зубчатое колесо 1 на оправку 2;
- устанавливают оправку 2 с надетым на нее зубчатым колесом 1 в центрах приспособления;
- вводят наконечник 3, установленный на измерительном стержне 4, во впадину между зубьями проверяемого колеса;
- фиксируют показания индикатора часового типа, перемещение измерительного наконечника 5 которого осуществляется планкой 6, прикрепленной к измерительному стержню 4, перемещающемуся во втулке 7 приспособления, смонтированного на стойке 8.

**Контроль толщины зуба** выполняют, измеряя ее по постоянной хорде с помощью хордового зубомера — штангензубомера (рис. 6.7), следующим образом:

- устанавливают упор 4 по нониусу 3 на размер, равный высоте, по которой предполагается измерять длину постоянной хорды;
- закрепляют положение упора 4 и нониуса 3;
- устанавливают зубомер упором 4 на окружность выступов;
- сдвигают измерительные губки 1 и 5 до соприкосновения подвижной измерительной губки 5 с профилем зуба;
- определяют длину постоянной хорды по нониусу 6.

**Контроль смещения исходного контура** осуществляют при помощи зубомера смещения — тангенциального зубомера (рис. 6.8) в следующей последовательности:

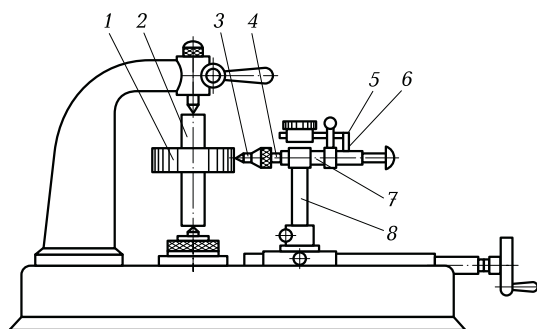


Рис. 6.6. Биенимер:

1 — зубчатое колесо; 2 — оправка; 3 — наконечник; 4 — измерительный стержень; 5 — измерительный наконечник индикатора; 6 — планка; 7 — направляющая втулка; 8 — стойка



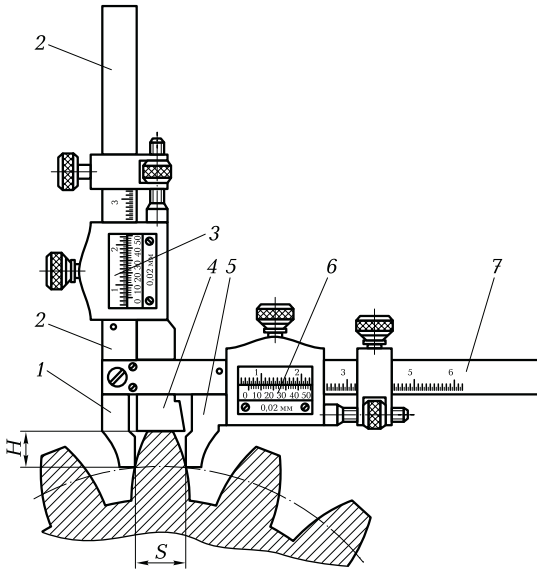


Рис. 6.7. Штангензубомер:

1, 5 — измерительные губки; 2, 7 — шкалы; 3, 6 — нониусы; 4 — упор;  $H$  и  $S$  — высота и длина постоянной хорды

- настраивают зубомер на исходный контур роликом 1, диаметр которого соответствует модулю проверяемого зубчатого колеса;
- фиксируют положение измерительных губок 2 и 7 винтами 3;
- накладывают прибор поочередно на зубья проверяемого зубчатого колеса;
- по отклонению стрелки отсчетного устройства индикатора часового типа, установленного на приборе, определяют величину смещения исходного контура зубьев зубчатой передачи.

**Контроль глины общей нормали** осуществляют при помощи зубомерного микрометра (рис. 6.9, а) или индикаторного нормалемера (рис. 6.9, б). Порядок измерения длины общей нормали зубомерным микрометром ясен из рисунка и не требует дополнительных пояснений.

При контроле длины общей нормали с применением нормалемера поступают следующим образом:

- устанавливают нормалемер на номинальное значение длины общей нормали  $W$ , указанное в технических условиях на сборку, используя блок концевых мер длины;

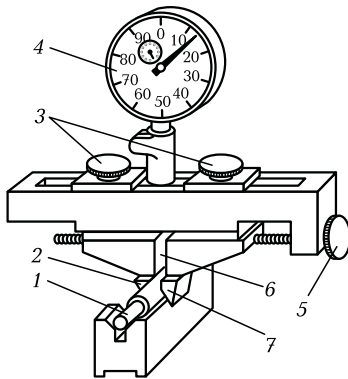


Рис. 6.8. Зубомер смещения:

1 — ролик; 2, 7 — измерительные губки; 3 — фиксирующие винты; 4 — индикатор; 5 — регулировочный винт; 6 — измерительный наконечник индикатора

- переносят нормалемер по всей окружности проверяемого зубчатого колеса, фиксируя показания измерительного устройства индикатора часового типа;
- определяют отклонение длины общей нормали от номинального значения, указанного в технических условиях на сборку, как разность максимального и минимального показаний индикатора.

**Сборка цилиндрической зубчатой передачи** предусматривает выполнение следующих операций:

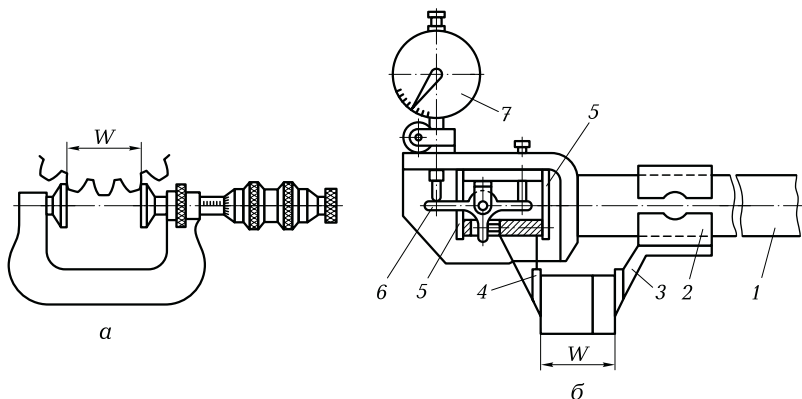


Рис. 6.9. Инструменты для контроля длины общей нормали:

*a* — зубомерный микрометр; *б* — индикаторный нормалемер; 1 — трубка; 2 — разрезная втулка; 3 — переставная губка; 4 — измерительная губка; 5 — плоская пружина; 6 — угловой рычаг; 7 — индикатор часового типа; *W* — длина общей нормали

- сборку зубчатого колеса, если в конструкции собираемой передачи предусмотрено применение составных зубчатых колес;
- установку зубчатого колеса на вал и его фиксацию в заданном положении;
- монтаж валов с установленными на них зубчатыми колесами в корпус;
- регулирование собранного узла с цилиндрическими зубчатыми колесами;
- контроль качества сборки цилиндрической зубчатой передачи.

Далее перейдем к рассмотрению отдельных сборочных операций технологического процесса сборки цилиндрической зубчатой передачи и их особенностей.

*Сборка составного зубчатого колеса, основной деталью которого является зубчатый венец, соединяемый со ступицей или фланцем (рис. 6.10), выполненным как единое целое с валом, представляет собой достаточно сложную операцию.*

Сборку зубчатого венца со ступицей (рис. 6.10, а) осуществляют следующим образом:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест ступицы и зубчатого венца требованиям чертежа;

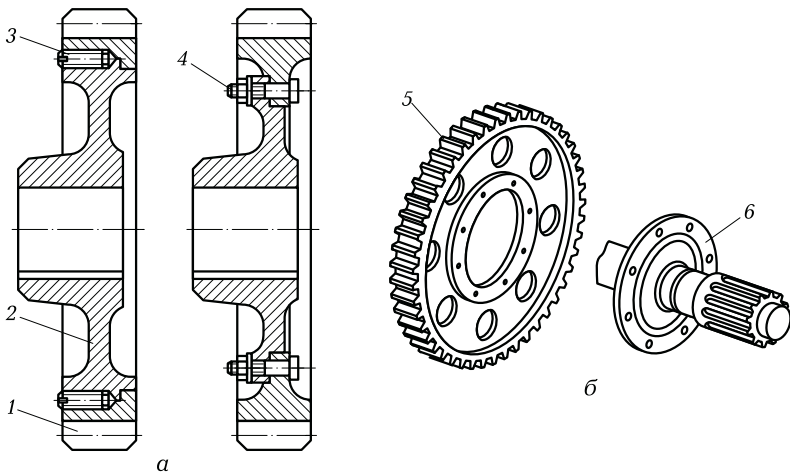


Рис. 6.10. Составное зубчатое колесо:

а — со ступицей; б — на фланце вала; 1, 5 — зубчатые венцы; 2 — ступица; 3 — винт; 4 — болт; 6 — фланец вала

- проверяют ступицу и зубчатый венец на радиальное и осевое биение;
- напрессовывают зубчатый венец на диск ступицы, имеющей специальный буртик для ограничения осевого перемещения венца;
- сверлят одновременно в зубчатом венце и ступице отверстия под крепежные болты или винты;
- закрепляют зубчатый венец на ступице крепежными винтами или болтами предварительно;
- проверяют собранное зубчатое колесо на радиальное и осевое биение.

Контроль радиального биения осуществляют в следующей последовательности:

- устанавливают составное зубчатое колесо на оправку;
- устанавливают оправку с составным зубчатым колесом в центрах;
- размещают во впадине между зубьями зубчатого колеса калибр-пробку;
- индикатор часового типа устанавливают на стойке;
- вводят в контакт с образующей поверхностью калибра-пробки измерительную ножку индикатора часового типа, установленного на стойке;
- сообщают стрелке отсчетного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота и устанавливают индикатор часового типа на ноль;
- приподнимают измерительную ножку индикатора часового типа;
- снимают калибр-пробку;
- поворачивают составное зубчатое колесо вместе с оправкой и устанавливают калибр-пробку в следующую впадину между зубьями зубчатого венца;
- ножку индикатора опускают до контакта с образующей поверхностью калибр-пробки и фиксируют показания отсчетного устройства индикатора.

Измерения продолжают до тех пор, пока не будут сняты показания для всех впадин между зубьями зубчатого колеса:

- определяют радиальное биение зубчатого венца составного зубчатого колеса как разность между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора часового типа;
- полученный результат сравнивают с величиной радиального биения, указанной в технических условиях на сборку, и в зависимости от этого результата поступают следующим образом:

при совпадении результата измерений с требованиями технических условий крепежные винты или болты затягивают окончательно с использованием динамометрических инструментов, обеспечивающих усилие затяжки, указанное в технических условиях на сборку;

при отклонении полученного результата от требований технических условий снимают крепежные винты или болты и поворачивают зубчатый венец относительно ступицы на угол, кратный количеству крепежных винтов (болтов), после чего винты (болты) устанавливают вновь и повторяют контрольную операцию.

Осевое биение также определяют при помощи индикатора часового типа, установленного на стойке, вводя в контакт измерительную ножку индикатора с торцевой поверхностью зубчатого венца, следующим образом:

составное зубчатое колесо устанавливают на оправке и размещают в центрах;

измерительную ножку индикатора часового типа, установленного на стойке, вводят в контакт с торцевой поверхностью зубчатого венца, сообщают ей натяг на 2—3 оборота и устанавливают отсчетное устройство на ноль;

поворачивают оправку с установленным на ней составным зубчатым колесом и определяют величину осевого биения как разность между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора часового типа;

сравнивают ее с величиной отклонения, приведенной в технических условиях на сборку.

Установку зубчатого венца на фланце вала (рис. 6.10, б) производят следующим образом:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест зубчатого венца и фланца вала на соответствие требованиям чертежа;
- проверяют фланец вала и зубчатый венец на соответствие их радиального и осевого биения требованиям чертежа;
- размечают центры отверстий под временные болты на торцевой поверхности зубчатого венца и накернивают их;
- сверлят в зубчатом венце отверстия под временные болты;
- устанавливают зубчатый венец на фланец и, используя его в качестве кондуктора, сверлят отверстия под временные болты во фланце вала;
- закрепляют зубчатый венец на фланце вала временными болтами, затянув их сначала предварительно, а затем окончательно;

- устанавливают вал с закрепленным на нем зубчатым венцом в центрах и проверяют на радиальное и осевое биение так, как это было описано ранее;
- поочередно снимают временные болты, отверстия под них развертывают и устанавливают постоянные болты.

*Установка цилиндрических колес на вал* независимо от того, цельные они или составные, выполняется либо вручную, либо с использованием прессы. При установке зубчатых колес вручную следует использовать мягкие прокладки (оправки) и молоток. Применяют ручную установку, как правило, в условиях единичного и мелкосерийного производства для монтажа термически не обработанных зубчатых колес небольшого размера при их посадке на валах с небольшим натягом.

При установке на вал термически обработанных колес, колес большого диаметра, а также при больших натягах в сопряжении вал — зубчатое колесо следует применять прессы или специальные приспособления, например гидравлические или пневматические скобы, которые должны обеспечивать точное направление напрессовываемого колеса вдоль оси вала во избежание его перекоса на посадочном месте.

Устанавливают зубчатое колесо на вал в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест на валу и у зубчатого колеса требованиям чертежа или технических условий на сборку;
- выполняют стопорение зубчатого колеса на валу для предупреждения его осевого смещения (стопорение осуществляется методом, указанным в технических условиях на сборку);
- устанавливают зубчатое колесо на валу, применяя шпоночное, шлицевое или штифтовое соединения ступицы зубчатого колеса с валом.

*Установку валов с зубчатыми колесами в корпус* начинают с контроля взаимного расположения осей отверстий под валы (межосевого расстояния, параллельности и расположения осей в одной плоскости) в корпусе цилиндрической зубчатой передачи.

Проверка межосевого расстояния (рис. 6.11) осуществляется с применением калиброванных оправок и универсальных контрольно-измерительных инструментов (штангенциркуля, микрометра, микрометрического нутромера, индикаторных измерительных инструментов), которые выбирают в зависимости от требуемой точности контроля межосевого расстояния.

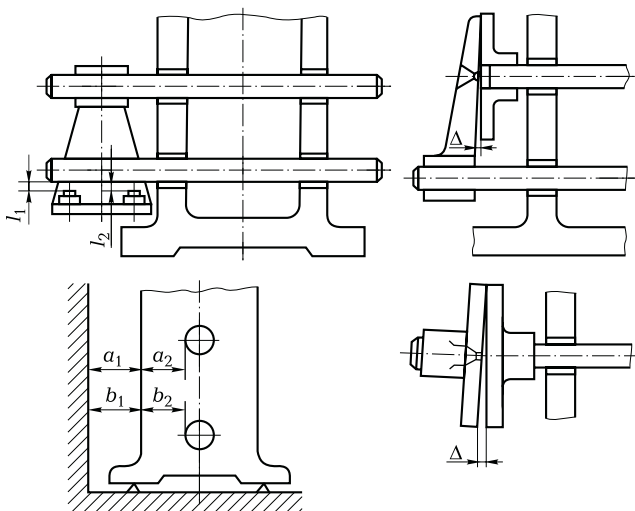


Рис. 6.11. Схема контроля параллельности осей и их перекоса в корпусе зубчатой передачи:

$a_1$ ,  $a_2$  и  $b_1$ ,  $b_2$  — контролируемые размеры у передней и задней стенки корпуса соответственно;  $l_1$  и  $l_2$  — расстояние от контрольной оправки до болтов крепления;  $\Delta$  — зазор

Контроль межосевого расстояния выполняют в следующей последовательности:

- в отверстия под валы в корпусе цилиндрического зубчатого редуктора устанавливают эталонные валы (оправки), диаметры которых соответствуют диаметрам валов зубчатой передачи;
- выбирают универсальный измерительный инструмент, обеспечивающий проведение измерений с необходимой точностью;
- измеряют расстояние между эталонными валами при помощи выбранного измерительного инструмента с двух сторон корпуса;
- по разности полученных измерений определяют соответствие отклонения осей отверстий требованиям технических условий на сборку;
- вычитая из полученного результата полусумму диаметров валов (при использовании штангенциркуля или микрометра) или прибавляя ее (при использовании микрометрического нутромера), определяют величину межосевого расстояния и его соответствие требованиям технических условий.

Контроль параллельности осей отверстий под валы цилиндрической зубчатой передачи может быть также проведен по схеме, показанной на рис. 6.11, в следующей последовательности:

- в отверстия корпуса цилиндрической зубчатой передачи устанавливают эталонные валы;
- измеряют расстояния  $a_1$  и  $a_2$ ,  $b_1$  и  $b_2$  у обоих концов калибра, выступающих за переднюю и заднюю стенки корпуса;
- измеряют расстояния от оправки до болтов крепления  $l_1$  и  $l_2$  и зазоры  $\Delta$ .

Если оси валов параллельны, то  $a_1 = a_2$ ,  $b_1 = b_2$ , а  $l_1 = l_2$ .

После проверки межосевого расстояния и параллельности осей отверстий под валы передачи в корпусе приступают к монтажу в него собранного узла вала, с установленными на нем зубчатыми колесами.

Монтаж вала с установленными на нем зубчатыми колесами в корпус выполняют в последовательности, приведенной далее:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест валов под подшипники качения (скольжения) требованиям чертежа;
- устанавливают зубчатые колеса на вал;
- собирают подшипниковый узел с одной стороны вала;
- вал с зубчатыми колесами и собранным на нем подшипниковым узлом устанавливают в корпус;
- устанавливают на вал второй подшипниковый узел, применяя одновременное напрессовывание подшипника на вал и его запрессовывание в корпус;
- валы с зубчатыми колесами и установленными на них подшипниковыми узлами закрепляют в корпусе при помощи крышек;
- проверяют собранную зубчатую передачу по пятну контакта и определяют величину бокового зазора.

Контроль собранной цилиндрической передачи по пятну контакта осуществляют в следующей последовательности:

- покрывают зубья зубчатого колеса меньшего диаметра слоем краски;
- проворачивают зубчатую передачу на один оборот;
- оценивают качество сборки зубчатой передачи по отпечаткам краски, оставляемым на сопрягаемом зубчатом колесе (полученные на сопрягаемом зубчатом колесе отпечатки краски сравнивают с эталонными, приведенными на рис. 6.12).

Контроль бокового зазора в зубчатой передаче осуществляют различными способами, выбор которых зависит от конструкции передачи и ее размеров:

- щупом в открытых зубчатых передачах;
- при помощи свинцовой проволоки в крупногабаритных зубчатых передачах (модуль зубьев которых превышает 6 мм);



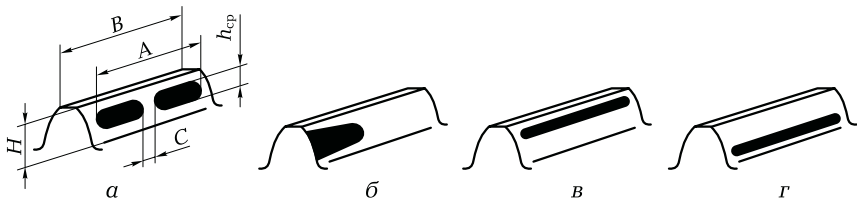


Рис. 6.12. Контроль прямозубчатых колес по расположению пятна контакта:

*a* — 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<sub>ср</sub>* — высота пятна контакта; *C* — расстояние между пятнами контакта

- косвенным методом в открытых зубчатых передачах при помощи рычага и индикатора часового типа, установленного на стойке;
- косвенным методом в закрытых зубчатых передачах при помощи специального приспособления.

При помощи щупа боковой зазор проверяют, вводя его между боковыми поверхностями зубьев зубчатого колеса (толщина щупа, входящего в зазор, соответствует величине бокового зазора в передаче и может сравниваться с техническими условиями на сборку).

При использовании свинцовой проволоки для контроля бокового зазора ее прокатывают между зубьями зубчатых колес передачи 3—4 раза. По толщине свинцовой проволоки после прокатывания определяют величину бокового зазора в передаче. Сравнивая полученный результат с требованиями технических условий на сборку, определяют ее качество. Длина отрезка свинцовой проволоки, применяемой при контроле бокового зазора, должна быть равна длине зуба колеса проверяемой зубчатой передачи.

При контроле бокового зазора в передачах, у которых отсутствует свободный доступ к зубчатым колесам, применяют косвенный метод, который реализуется следующим образом (рис. 6.13):

- закрепляют рычаг-поводок 2 на валу ведущего зубчатого колеса;
- производят стопорение от возможного поворота ведомого зубчатого колеса;
- устанавливают на корпусе передачи стойку с индикатором 1 часового типа;
- измерительную ножку индикатора часового типа 1 вводят в контакт с рычагом-поводком 2;

- создают натяг в отсчетном устройстве индикатора часового типа, обеспечивая 2—3 оборота стрелки его отсчетного устройства;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора на ноль;
- ведущее колесо поворачивают сначала в одну сторону, а затем в другую, отмечая суммарное отклонение стрелки отсчетного устройства индикатора;
- вычисляют величину бокового зазора в передаче, пользуясь формулой  $C_n = CR/L$ , где  $C_n$  — величина бокового зазора, мм;  $C$  — показания индикатора;  $R$  — радиус начальной окружности проверяемого зубчатого колеса, мм;  $L$  — расстояние от оси вала до ножки индикатора, мм;
- сравнивают полученную величину бокового зазора с требованиями технических условий на сборку.

На практике достаточно часто возникают случаи, когда не удастся получить достаточно качественное зацепление цилиндрических зубчатых колес либо из-за ошибок, допущенных в процессе сборки, либо в результате неблагоприятного суммирования отклонений комплектующих деталей, хотя каждое из них в отдельности находилось в пределах допуска. В этих случаях слесарю механо-сборочных работ необходимо найти причину неудовлетворительной работы передачи и устранить ее. Наиболее часто встречающиеся дефекты сборки цилиндрической зубчатой передачи, причины их появления и способы устранения приведены в табл. 6.2.

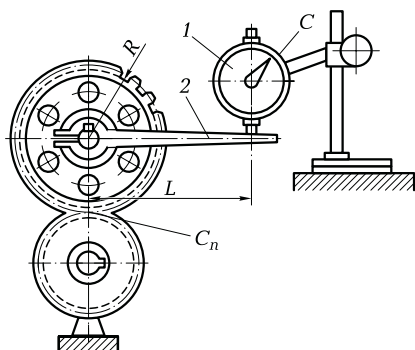


Рис. 6.13. Схема контроля бокового зазора:

1 — индикатор; 2 — рычаг-поводок;  $C_n$  — величина бокового зазора;  $R$  — радиус начальной окружности проверяемого колеса;  $L$  — расстояние от оси вала до измерительной ножки индикатора часового типа;  $C$  — показания отсчетного устройства индикатора часового типа

**Таблица 6.2. Дефекты сборки цилиндрической зубчатой передачи, причины их появления и способы устранения**

Дефект	Причина	Способ устранения
Недостаточный боковой зазор в зубьях по всему венцу зубчатого колеса	Увеличена толщина зубьев одного или обоих зубчатых колес передачи	Проверить толщину зубьев зубчатых колес штангензубомером
		В случае несоответствия толщины зубьев чертежу зубчатые колеса заменить
Расстояние между осями колес меньше допустимого	Дефекты предварительной обработки	Заменить втулки в корпусе редуктора или расточить их
Боковой зазор между зубьями передачи слишком большой по всему венцу зубчатых колес	Уменьшенная толщина зубьев одного или обоих зубчатых колес зацепления	Зубчатые колеса заменить
	Велико расстояние между осями	Заменить втулки корпуса
Неравномерный зазор между зубьями по окружности зубчатого венца зубчатых колес передачи	Отклонение параметров зубьев по толщине зуба	Вывести колеса из зацепления, повернуть одно из них на 180° и вновь ввести в зацепление (если результат неудовлетворительный, зубчатые колеса заменить)
Зубчатое колесо перекошено и при его вращении наблюдается торцевое биение зубьев	Перекос осей отверстий в корпусе зубчатого редуктора	Расточить отверстия корпуса, обеспечивая их параллельность, установить втулки и расточить их под заданный размер
Зубья зубчатых колес цилиндрической зубчатой передачи смещены друг относительно друга в осевом направлении	Перекос осей отверстий в корпусе зубчатого редуктора	Запрессовать в отверстия корпуса втулки и расточить их, выдерживая параллельность осей отверстий и их расположение в одной плоскости

**Сборку конических зубчатых передач** выполняют с безусловным соблюдением следующих условий, которые обеспечивают последующую качественную работу собранной конической зубчатой передачи:

- профиль и толщина зуба зубчатых колес конической зубчатой передачи должны быть выполнены в точном соответствии с требованиями чертежа;
- оси отверстий конических зубчатых колес или шеек валов в тех случаях, когда коническое зубчатое колесо изготовлено как единое целое с валом, должны проходить через центр начальной окружности и не иметь перекаса;
- смещение или перекас осей опорных деталей передачи не допускается;
- оси отверстий в корпусе конической зубчатой передачи должны быть расположены в одной плоскости и пересекаться в определенной точке под заданным углом;
- вершины начальных конусов обоих колес конической зубчатой передачи должны находиться в одной точке.

*Технологический процесс сборки конической зубчатой передачи* предусматривает выполнение следующих операций:

- установку и закрепление зубчатых колес на валах;
- контроль взаимного расположения осей отверстий под валы в корпусе конической зубчатой передачи;
- установку валов с зубчатыми колесами в корпус;
- регулировку зубчатой передачи;
- контроль качества сборки.

Установка конических зубчатых колес на валы передачи практически ничем не отличается от установки цилиндрических зубчатых колес. Различия в технологическом процессе сборки начинаются с операции контроля взаимного расположения валов в корпусе передачи.

Контроль взаимного расположения осей отверстий под валы в корпусе конической зубчатой передачи осуществляют с использованием специальных оправок и приспособлений (рис. 6.14).

В тех случаях когда для контроля взаимного расположения осей отверстий под валы в корпусе конического редуктора применяют приспособления с диском и линейкой (рис. 6.14, а), поступают следующим образом:

- устанавливают оправку с линейкой 1 в одно из отверстий корпуса;
- устанавливают оправку с диском 2 во второе отверстие корпуса;

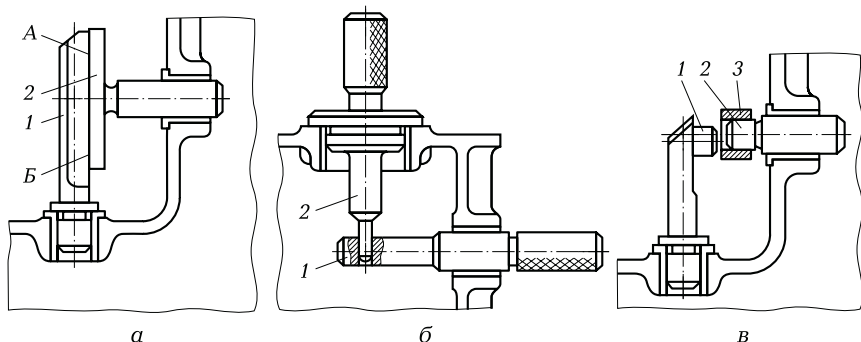


Рис. 6.14. Схемы контроля взаимного расположения осей в корпусе редуктора конической зубчатой передачи:

*а* — диском и линейкой: 1 — линейка; 2 — диск; А и Б — точки контроля; *б* — калибром с отверстием: 1, 2 — калибры; *в* — калибром с втулкой: 1, 2 — калибры; 3 — втулка

- проверяют наличие зазора между линейкой и диском в точках А и Б, если зазор отсутствует, то угол между осями отверстий под валы конической зубчатой передачи выдержан правильно.

Контроль взаимного расположения осей отверстий под валы конической зубчатой передачи с применением двух калибров (рис. 6.14, б), один из которых имеет точно обработанный цилиндрический наконечник, а второй — калиброванное отверстие, осуществляют в следующей последовательности:

- устанавливают в одно из отверстий корпуса конического редуктора калибр, имеющий калиброванное цилиндрическое отверстие;
- устанавливают во второе отверстие корпуса конического редуктора калибр, имеющий точно обработанный цилиндрический наконечник;
- проверяют, насколько свободно точно обработанный наконечник одного калибра входит в калиброванное отверстие другого (свободное вхождение наконечника в калиброванное отверстие свидетельствует не только о соответствии межосевого угла передачи требованиям технических условий, но и о совмещении вершин начального конуса цилиндрических зубчатых колес передачи, а также о пересечении осей под заданным углом).

Комплексный контроль взаимного расположения осей отверстий под валы в конической зубчатой передаче может быть осуществлен по схеме, показанной на рис. 6.14, в. В этом случае поступают следующим образом:

- устанавливают в одно из отверстий корпуса конического зубчатого редуктора калибр 2;
- надевают на калибр 2 втулку 3;
- во второе отверстие корпуса устанавливают калибр 1;
- перемещают втулку 3 с оправки калибра 2 на оправку калибра 1, если втулка может перемещаться свободно с оправки одного калибра на оправку другого, то взаимное расположение осей отверстий корпуса конического зубчатого редуктора соответствует техническим требованиям на сборку.

Монтаж валов с установленными на них коническими зубчатыми колесами в корпус редуктора практически ничем не отличается от монтажа цилиндрических зубчатых колес.

*Регулирование зацепления конических зубчатых колес* является наиболее трудоемкой и сложной операцией при сборке конической зубчатой передачи. Целью регулирования конической зубчатой передачи является обеспечение плавности ее работы. Конические зубчатые колеса должны быть установлены на валах таким образом, чтобы их начальные окружности соприкасались в одной точке. Обеспечивают такое положение зубчатых колес за счет их осевого перемещения. Конические зубчатые колеса (одно или оба) перемещают по валам в осевом направлении до тех пор, пока вершины их начальных конусов не совместятся. Определяют это положение по соприкосновению колес.

Величина бокового зазора  $C_n$ , мм, конической зубчатой передачи регулируется за счет осевого смещения одного из зубчатых колес передачи и определяется из соотношения  $C_n = x \sin \alpha / \sin \varphi$ , где  $x$  — величина осевого смещения конического зубчатого колеса, мм;  $\alpha$  — угол зацепления, ...°;  $\varphi$  — угол начального конуса, ...°.

После определения положения конических зубчатых колес на валах, обеспечивающего необходимый боковой зазор, следует это положение зубчатых колес зафиксировать. Неизменность положения конических зубчатых колес в передаче обеспечивается за счет установки прокладок, регулировочных колец или перемещения втулок при помощи специальных гаек. В ряде случаев, для того чтобы упростить процесс регулирования, одно из конических зубчатых колес устанавливают в заранее определенное фиксированное положение, а зазор в зацеплении регулируют за счет перемещения второго конического зубчатого колеса передачи. Довольно часто одновременно с регулированием бокового зазора в конической зубчатой передаче проводится и регулирование радиально-упорных подшипников, в которых установлены валы передачи. В этом случае регулировка узла осуществляется следующим образом (рис. 6.15):

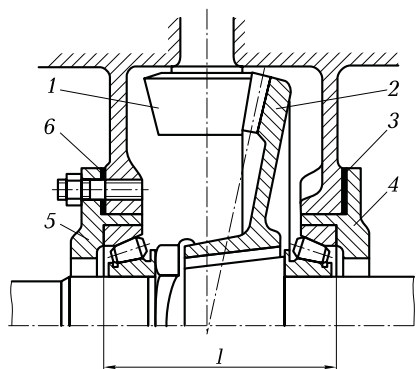


Рис. 6.15. Схема одновременного регулирования зацепления конических зубчатых колес и зазора в роликовых радиально-упорных подшипниках:

1, 2 — зубчатые колеса; 3, 6 — прокладки;  
4, 5 — крышки;  $l$  — базовое расстояние

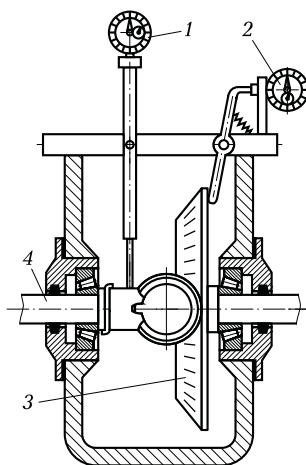


Рис. 6.16. Схема контроля сборки конических зубчатых передач:

1, 2 — индикаторы; 3 — зубчатое колесо; 4 — вал

- регулируют расстояние  $l$  между наружными кольцами подшипников, устанавливая между крышками 4 и 5 и корпусом редуктора прокладки 3 и 6 различной толщины;
- устанавливают соответствующую техническим условиям на сборку величину зазора в радиально-упорных подшипниках, уменьшая или увеличивая суммарную толщину пакетов прокладок 3 и 6;
- затягивают винты крепления крышек 4 и 5, постоянно контролируя легкость вращения вала и его осевое смещение.

На практике регулирование бокового зазора в конической зубчатой передаче рекомендуется производить в следующей последовательности:

- определяют отклонение величины бокового зазора от номинального значения, указанного в технических условиях на сборку;
- снимают коническое зубчатое колесо с вала;
- устанавливают дополнительное регулировочное кольцо между торцом конического зубчатого колеса и заплечиком вала или удаляют лишнее регулировочное кольцо;
- устанавливают коническое зубчатое колесо на вал;

- устанавливают вал с коническим зубчатым колесом в корпус передачи;
- проверяют величину бокового зазора в зацеплении.

Величину бокового зазора в конической зубчатой передаче проверяют точно так же, как и в цилиндрической: при помощи щупа, свинцовой проволокой или косвенным методом.

Контроль бокового зазора в конической зубчатой передаче при помощи индикатора часового типа, установленного на стойке, осуществляют по схеме, показанной на рис. 6.16.

Индикатор 1 обеспечивает измерение бокового зазора в передаче, а индикатор 2 позволяет определить торцевое биение конического зубчатого колеса 3 и осевое смещение вала 4, которое определяет величину зазора в радиально-упорных подшипниках.

Регулировку конических зубчатых передач осуществляют также по результатам их контроля «на краску». При контроле «на краску» на зубья одного из конических зубчатых колес передачи наносят тонкий слой краски и проворачивают передачу на 2—3 оборота, в результате на зубьях второго колеса передачи появляются отпечатки краски, по которым можно судить о качестве зацепления. Наиболее благоприятными считаются те условия работы, при которых усилие передается тонкой частью зуба. В этом случае вследствие деформации зуба и его приработки в процессе эксплуатации нагрузки будут передаваться большей частью поверхности зуба.

При контроле прямозубых конических колес «на краску» могут быть обнаружены следующие дефекты сборки:

- недостаточный боковой зазор (зубья зубчатых колес расположены слишком близко);
- межосевой угол больше расчетного;
- межосевой угол меньше расчетного;
- перекося осей (в этом случае следы прилегания располагаются в виде пятен краски, причем с одной стороны эти пятна расположены у узкого конца зуба, а с другой — у широкого).

Все перечисленные дефекты могут быть исправлены в процессе проведения пригоночных работ.

**Сборку червячных передач**, в которых, в большинстве случаев, зубчатый венец и ступица изготавливаются отдельно, начинают с соединения зубчатого венца со ступицей (рис. 6.17). Соединение зубчатого венца со ступицей выполняют при помощи винтов, болтов и штифтов.

Соединение зубчатого венца червячного колеса со ступицей выполняют так же, как и соединение зубчатого венца цилиндрического зубчатого колеса со ступицей.



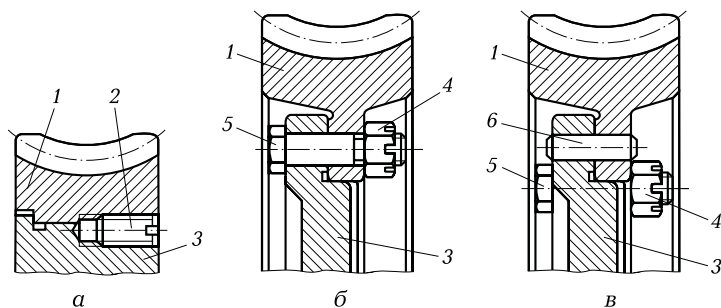


Рис. 6.17. Схема сборки червячного колеса при помощи винта (а), болта (б), болта и штифта (в):

1 — зубчатый венец; 2 — винт; 3 — ступица; 4 — гайка; 5 — болт; 6 — штифт

Технологический процесс сборки червячной зубчатой передачи осуществляют следующим образом:

- устанавливают червячное колесо на вал;
- проверяют межосевое расстояние и взаимное расположение осей отверстий в корпусе червячного редуктора;
- производят общую сборку передачи, устанавливая в корпус червячного редуктора вал с червячным колесом и червяк;
- контролируют качество сборки червячной передачи;
- производят, по результатам контроля, регулировку взаимного положения червячного колеса и червяка.

*Установку червячного колеса на вал и его фиксацию в заданном положении производят следующим образом:*

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест червячного колеса и вала требованиям чертежа или технических условий;
- осуществляют пригонку шпонки по пазу вала;
- устанавливают шпонку в пазу вала;
- выполняют пригонку шпоночного паза в отверстии ступицы червячного колеса по шпонке;
- устанавливают червячное колесо на вал;
- фиксируют положение червячного колеса на валу в осевом направлении;
- выполняют контроль установленного на валу червячного колеса на радиальное и торцевое биение.

Прежде чем произвести монтаж вала с установленным на нем червячным колесом в корпус червячного редуктора, необходимо проверить взаимное расположение осей отверстий под валы в корпусе редуктора.

Контроль межосевого расстояния и перекоса осей отверстий под валы в корпусе червячного редуктора производят при помощи контрольных валов, эталонного колеса, измерительного червяка и специальных шаблонов. Возможно также применение для этих целей специального приспособления с индикатором часового типа.

Измерение межосевого расстояния осуществляют по схеме, показанной на рис. 6.18, а. Измерения осуществляют при помощи микрометрического нутромера, обеспечивающего точность определения межосевого расстояния до 0,01 мм, или специального шаблона. Точность измерения при этом несколько ниже — до 0,02 мм.

Перекос осей отверстий в корпусе червячного редуктора определяется величиной отклонения угла скрещивания этих осей. Проверка угла скрещивания осуществляется косвенным методом (проведением линейных измерений) по схеме, показанной на рис. 6.18, б. Контроль взаимного расположения осей в этом случае выполняют следующим образом:

- устанавливают в отверстия корпуса контрольные валы 1 и 2;
- закрепляют на одном из контрольных валов рычаг 4;
- размещают в отверстиях рычага 4 индикатор часового типа 5;
- измерительную ножку индикатора часового типа вводят в контакт с образующей поверхностью второго контрольного вала и

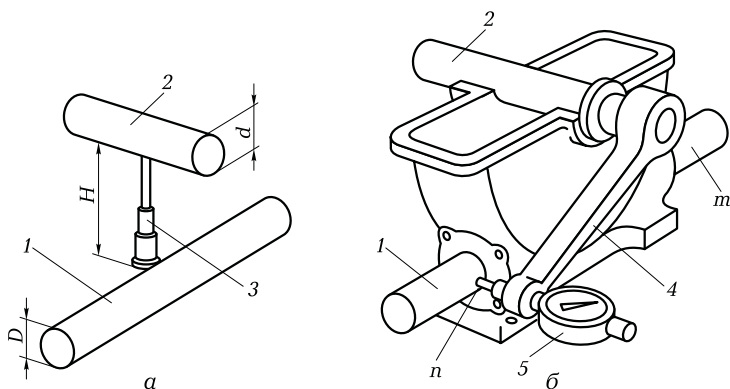


Рис. 6.18. Схемы контроля расположения осей отверстий в корпусе червячного редуктора:

а — межосевого расстояния при помощи контрольных оправок (эталонных валов); б — угла скрещивания; 1, 2 — контрольные валы; 3 — микрометрический нутромер; 4 — рычаг; 5 — индикатор часового типа;  $D, d$  — диаметры эталонных валов;  $H$  — расстояние между валами;  $m, n$  — точки контроля

сообщают натяг стрелке отсчетного устройства индикатора часового типа на 2—3 оборота;

- фиксируют положение индикатора часового типа и снимают показания с его отсчетного устройства или устанавливают шкалу отсчетного устройства на ноль;
- поворачивают рычаг 4 с установленным на нем индикатором часового типа на 180°, предварительно отведя его измерительную ножку от образующей поверхности контрольного вала;
- вводят измерительную ножку индикатора часового типа в контакт с образующей поверхностью контрольного вала на другой стороне корпуса червячного редуктора;
- фиксируют показания стрелки отсчетного устройства индикатора часового типа;
- оценивают величину отклонения осей отверстий в корпусе червячного редуктора от перпендикулярности по разности показаний отсчетного устройства индикатора часового типа;
- сравнивают полученную величину с требованиями технических условий на сборку.

После контроля межосевого расстояния и перекося осей отверстий в корпусе червячного редуктора приступают к его общей сборке, т. е. к установке червячного колеса и червяка в корпус червячного редуктора.

*Общую сборку червячной передачи* выполняют следующим образом:

- напрессовывают подшипники на валы червяка и червячного колеса (после установки колеса на вал);
- устанавливают в корпус червячного редуктора вал червяка с напрессованными на него подшипниками;
- производят монтаж крышек подшипниковых узлов вала червяка;
- устанавливают в корпус червячного редуктора вал с червячным колесом и напрессованными на нем подшипниками;
- производят монтаж крышек подшипниковых узлов вала червячного колеса;
- проверяют взаимное расположение вала червячного колеса и червяка;
- контролируют величину бокового зазора в передаче и определяют ее соответствие требованиям технических условий на сборку;
- проверяют собранную передачу «на краску» по пятну контакта;
- регулируют, по результатам контроля, взаимное положение червяка и червячного колеса, смещая регулировочные гайки или изменяя толщину комплекта регулировочных колец.

Контроль качества сборки осуществляют по двум параметрам: величине бокового зазора и совмещению средней плоскости червячного колеса с осью червяка.

Контроль бокового зазора осуществляют, как правило, косвенным методом по углу поворота червяка при закрепленном червячном колесе по схеме, показанной на рис. 6.19, в следующей последовательности:

- закрепляют рычаг на выступающем конце вала червяка;
- закрепляют рычаг на выступающем конце вала червячного колеса;
- устанавливают две индикаторные стойки с закрепленными в них индикаторами часового типа;
- вводят измерительные ножки индикаторов часового типа в контакт с рычагами, расположенными на валах червяка и червячного колеса;
- сообщают натяг стрелкам отсчетных устройств индикаторов часового типа на 2 — 3 оборота;
- поворачивают вал червяка до тех пор, пока не начнет вращаться вал червячного колеса, начало вращения которого определяют по отклонению стрелки отсчетного устройства индикатора часового типа, находящегося в контакте с рычагом, закрепленным на валу червячного колеса;
- фиксируют положение стрелки отсчетного устройства индикатора часового типа, находящегося в контакте с рычагом, закрепленным на валу червяка;

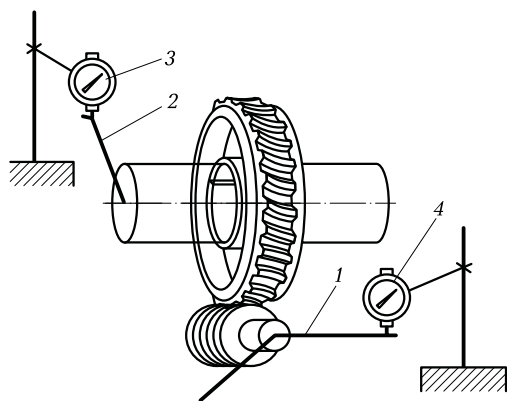


Рис. 6.19. Схема контроля бокового зазора в червячной передаче:

1, 2 — рычаги; 3, 4 — индикаторы часового типа

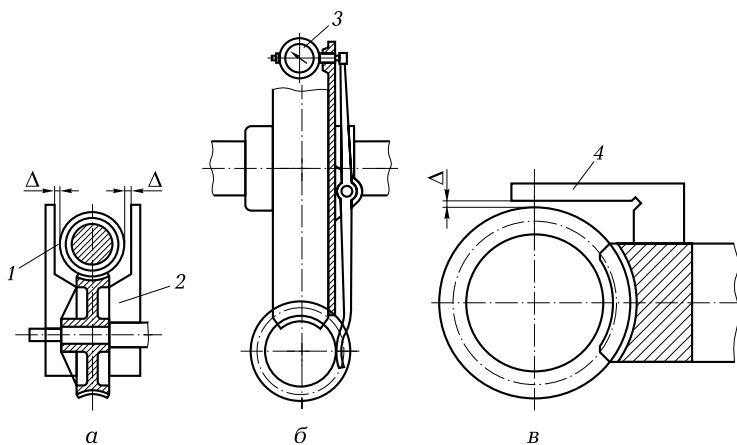


Рис. 6.20. Схемы контроля положения червяка относительно червячного колеса при помощи шаблона (а), индикатора часового типа (б) или угольника (в):

1 — место для установки щупа; 2 — шаблон; 3 — индикатор часового типа; 4 — угольник;  $\Delta$  — зазор

- поворачивают вал червяка в противоположном направлении до тех пор, пока не начнет поворачиваться вал червячного колеса, о чем судят по отклонению стрелки отсчетного устройства индикатора, находящегося в контакте с рычагом, закрепленным на валу червячного колеса;
- фиксируют показания индикатора, находящегося в контакте с рычагом, закрепленным на валу червяка;
- определяют величину бокового зазора, используя полученные результаты измерений, по формуле

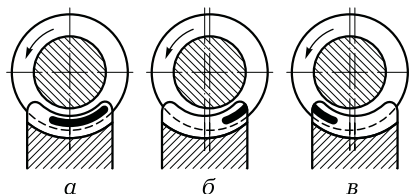


Рис. 6.21. Расположение пятен контакта при контроле червячной передачи «на краску»:

а — правильно; б, в — средняя плоскость червячного колеса смещена относительно червяка

$$C_n = \varphi L / 3600,$$

где  $\varphi$  — угол поворота червяка по показаниям индикатора, ...°;  $L$  — расстояние от оси червяка до измерительной ножки индикатора, мм; 3600 — переводной коэффициент.

Контроль положения червяка относительно средней плоскости червячного колеса может быть осуществлен разными способами:

- при помощи шаблона (рис. 6.20, а);
- при помощи индикаторного приспособления (рис. 6.20, б);
- при помощи угольника (рис. 6.20, в);
- методом «на краску» (рис. 6.21).

## 6.4. СБОРКА ФРИКЦИОННЫХ ПЕРЕДАЧ

Фрикционные передачи находят применение в шаровых мельницах, винтовых прессах, тормозных устройствах и т. п.

Наиболее широко фрикционные передачи применяют в тормозных устройствах.

**Сборку тормозного устройства** (рис. 6.22) необходимо выполнять в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочного места на валу требованиям чертежа;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочного места тормозного диска 2 требованиям чертежа;
- устанавливают на вал шпонку;

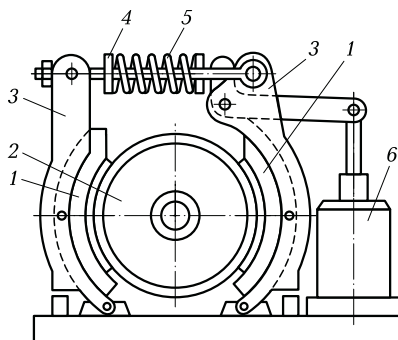


Рис. 6.22. Тормозное устройство:

1 — тормозные колодки; 2 — тормозной диск; 3 — рычаги; 4 — тяга; 5 — пружина; 6 — электромагнит

- устанавливают тормозной диск 2 на вал;
- устанавливают фрикционные накладки на тормозные колодки 1 (установка накладок осуществляется при помощи клея или клепкой);
- устанавливают колодки с фрикционными накладками на осях в корпусе рычагов 3;
- раскернивают оси;
- устанавливают пружины 5 на тяги 4;
- раскернивают оси тяг;
- устанавливают механизм регулировки усилия растяжения пружины внутри одной из тяг;
- рычаги с установленными на них колодками и тягами соединяют с помощью осей с основанием тормозного устройства;
- раскернивают оси;
- устанавливают на тяги пружину растяжения;
- регулируют силу растяжения пружины в соответствии с требованиями технических условий на сборку;
- проверяют тормозное устройство на заданный техническими условиями тормозной момент при помощи динамометра.

*Испытание колодных тормозов* проводят в целях регулирования тормозного устройства, установления нормального хода якоря электромагнита, настройки главной пружины и хода колодок.

Установку нормального хода якоря выполняют, вращая при помощи ключа шток электромагнита б и удерживая при этом установочную гайку до тех пор, пока ход якоря электромагнита не достигнет величины, указанной в технических условиях на сборку.

Регулирование главной пружины заключается в установлении такой ее рабочей длины, которая обеспечивала бы необходимую силу, определяемую тормозным моментом. Установочная длина главной пружины 5 указывается в технических условиях на сборку.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

---

1. Почему при установке шкива на вал необходимо обеспечить центрирование его обода относительно фланца вала?
2. С какой целью производится балансировка шкивов ременной передачи?
3. Почему в ременных передачах необходимо предусматривать возможность натяжения ремня в процессе ее эксплуатации?
4. Почему при установке звездочек цепной передачи необходимо обеспечивать совпадение плоскостей их вращения?

5. От чего зависит выбор приспособления для соединения концов цепи, устанавливаемой в передачу?
6. От чего зависит величина провисания цепи в цепной передаче?
7. Какова роль бокового зазора в зубчатой передаче?
8. В каких случаях применяют составные зубчатые колеса?
9. К чему может привести отклонение межосевого расстояния в зубчатой передаче?
10. Что следует предпринять, если боковой зазор в зубчатой передаче не соответствует требованиям технических условий на сборку?
11. Какова цель проведения контроля взаимного расположения отверстий под валы конических и червячных зубчатых передач?
12. В каких случаях применяют фрикционные передачи?



## СБОРКА МЕХАНИЗМОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ

### 7.1. СБОРКА ПЕРЕДАЧ ВИНТ—ГАЙКА

Различают два типа механизмов винт—гайка: для передачи усилия и для передачи движения. Механизм винт—гайка для передачи усилия используют в домкратах, предназначенных для подъема груза на незначительную высоту, а механизмы винт—гайка для передачи движения — в механизмах станков для привода подач, где они имеют достаточно широкое применение. В механизмах для передачи движения применяют как винтовые пары скольжения, так и винтовые пары качения.

**Сборка механизма винт—гайка для передачи усилия (сборка винтового домкрата)** (рис. 7.1) достаточно проста, ее осуществляют в следующей последовательности:

- сверлят, используя настольный сверлильный станок, в буртике гайки 5 отверстия под стопорные винты;
- устанавливают гайку 5 в корпус 6 домкрата;
- сверлят отверстия под нарезание резьбы для стопорных винтов в корпусе 6 домкрата, используя отверстия под стопорные винты в буртике гайки 5 в качестве кондуктора;
- удаляют гайку 5 из корпуса 6 домкрата;
- нарезают резьбу под стопорные винты в отверстиях корпуса 6 домкрата;
- навинчивают на винт 2 передачи гайку 5;
- устанавливают на верхнем конце винта 2 две призматические шпонки 4;
- надевают на винт 2 с установленными на нем шпонками 4 рукоятку 1 с трещоткой 3;

- монтируют на том же конце винта 2 опору 7 для поднимаемого груза;
- устанавливают винт 2 в сборе в корпус 6;
- стопорят гайку 5 в корпусе 6 от проворачивания, ввертывая стопорные винты в верхнюю торцевую часть корпуса через отверстия, выполненные в буртике гайки.

**Сборка передачи винт—гайка скольжения для передачи движения**, состоящей из двух сборочных единиц — ходового винта и гайки ходового винта, начинается с промывания и просушивания всех входящих в нее деталей, после чего проверяют опорные поверхности винта методом «на краску» и пригоняют их по посадочным местам корпусной детали механизма. Затем приступают непосредственно к сборке механизма, которая состоит из следующих операций:

- сборки гайки ходового винта;
- установки ходового винта в корпус передачи;
- установки гайки ходового винта на ходовой винт;
- регулирования передачи винт—гайка.

Сборку гайки ходового винта (рис. 7.2) выполняют следующим образом:

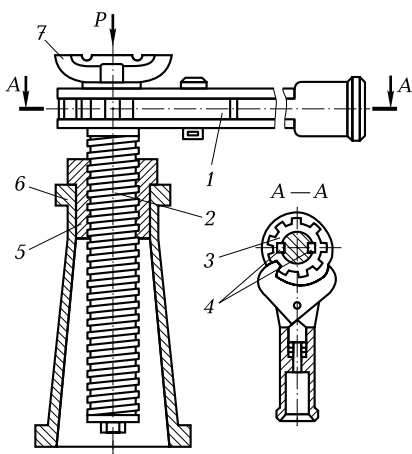


Рис. 7.1. Винтовой домкрат:

1 — рукоятка; 2 — винт; 3 — трещотка; 4 — шпонки; 5 — гайка; 6 — корпус; 7 — опора для груза;  $P$  — прикладываемое усилие

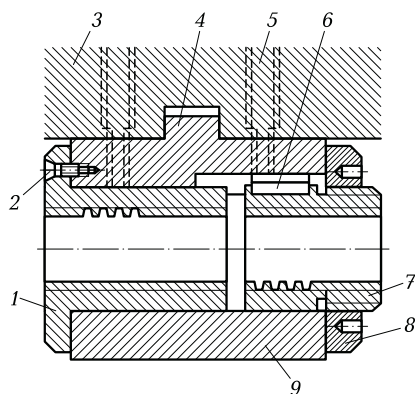


Рис. 7.2. Гайка ходового винта (сборочная единица):

1 — неподвижная резьбовая втулка; 2, 5 — винты; 3 — ползун; 4 — шип; 6 — шпонка; 7 — подвижная резьбовая втулка; 8 — регулировочная гайка; 9 — корпус гайки ходового винта

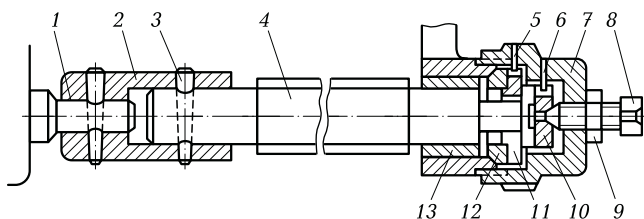


Рис. 7.3. Сборочная единица «ходовой винт — гайка»:

1 — выходной вал привода; 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

- пригоняют шип 4 к пазу ползуна 3 передачи, который перемещается по направляющим корпусной детали;
- запрессовывают в корпус 9 гайки неподвижную резьбовую втулку 1;
- фиксируют положение неподвижной резьбовой втулки 1 в корпусе 9 гайки винтами 2;
- устанавливают шпонку 6 в корпусе 9 гайки;
- устанавливают в корпус 9 гайки подвижную резьбовую втулку 7;
- навинчивают на наружную резьбу подвижной резьбовой втулки 7 регулировочную гайку 8.

*Сборка ходового винта* (рис. 7.3) сводится к соединению одного его конца с выходным валом механизма привода и установке второго конца ходового винта в подшипниковую опору, расположенную в кронштейне, закрепленном на корпусе передачи. Начинают сборку с соединения ходового винта с выходным валом механизма привода.

Последовательность выполнения работ при этом сводится к следующему:

- сверлят в одной из стенок соединительной муфты 2 отверстия под установочные штифты;
- напрессовывают муфту 2 на выходной вал 1 привода;
- сверлят в выходном валу 1 привода и второй стенке соединительной муфты отверстия, используя в качестве кондуктора отверстия, просверленные в одной из стенок соединительной муфты 2;
- соединяют ходовой винт 4 с муфтой 2 и сверлят отверстия одновременно в ходовом винте и второй стенке соединительной муфты, используя ранее просверленное в ней отверстие в качестве кондуктора;

- развертывают отверстия под конические установочные штифты в соединительной муфте, валу привода и ходовом винте, не снимая соединительную муфту;

- устанавливают штифты, не запрессовывая их.

После соединения ходового винта с выходным валом механизма привода приступают к сборке подшипниковой опоры правого конца ходового винта в следующей последовательности:

- устанавливают с правой стороны винта втулку 13 и сферическое кольцо 12;
- сверлят отверстия под штифты в крышке 7;
- запрессовывают штифты 5 и 6 в крышку 7;
- устанавливают в крышку 7 опорную пятю 10 так, чтобы штифт 6 вошел в прорезь, выполненную на наружной поверхности пяты;
- навинчивают крышку 7 на резьбу корпуса подшипника так, чтобы штифт 5 вошел в прорезь упорной шайбы 11;
- устанавливают в крышку 7 регулировочный винт 8 с контргайкой 9;
- проверяют параллельность оси ходового винта направляющим подвижного узла, приводимого в движение за счет передачи винт — гайка (рис. 7.4):  
устанавливают на направляющие подвижного узла приспособление 1;

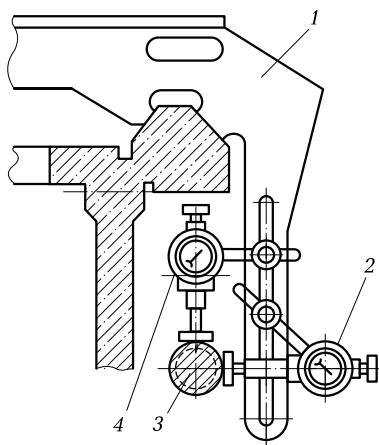


Рис. 7.4. Приспособление для контроля положения ходового винта:

1 — контрольное приспособление; 2, 4 — индикаторы; 3 — ходовой винт

фиксируют показания отсчетных устройств индикаторов 2 и 4 часового типа, установленных в приспособлении, располагая его последовательно у правого и левого концов ходового винта; по разности показаний отсчетных устройств индикаторов 2 и 4 часового типа определяют отклонение от параллельности оси ходового винта 3 направляющим подвижного узла механизма и его соответствие требованиям технических условий на сборку;

- регулируют, в случае необходимости, положение ходового винта относительно направляющих, перемещая кронштейн с подшипниковой опорой относительно корпуса винтового механизма;
- контролируют осевое смещение ходового винта 4 (см. рис. 7.3), устанавливая в резьбовое отверстие крышки 7 подшипника вместо регулировочного винта 8 индикатор часового типа;
- регулируют величину осевого перемещения ходового винта 4 (см. рис. 7.3) по результатам контроля, используя регулировочный винт 8, который фиксируют в необходимом положении контргайкой 9.

*Общую сборку передачи винт — гайка* производят после установки винта и сборки гайки ходового винта в следующей последовательности:

- снимают правую подшипниковую опору с ходового винта;
- навинчивают гайку ходового винта на винт;
- вводят шип 4 корпуса 9 гайки ходового винта в паз ползуна и закрепляют корпус гайки на ползуне 3 винтами 5 (см. рис. 7.2);
- закрепляют корпус подшипника правой опоры ходового винта.

*Сборку передачи винт — гайка качения* (рис. 7.5) осуществляют следующим образом:

- устанавливают полугайку 4 на ходовой винт 10;
- между ходовым винтом 10 и полугайкой 4 помещают шарики 5, вводя их через окно, выполненное в полугайке 4;
- устанавливают в окно полугайки 4 вкладыш с каналом перебега для шариков (вкладыш на рисунке не показан);
- перемещают полугайку 4 вдоль ходового винта 10, вводя ее в отверстие корпуса;
- устанавливают на корпус крышку с уплотнением 1;
- закрепляют крышку и полугайку винтами 7;
- устанавливают на ходовой винт 10 полугайку 3;
- между полугайкой 3 и ходовым винтом 10 размещают шарики;
- в окно полугайки 3 устанавливают вкладыш с каналом перебега (вкладыш на рисунке не показан);

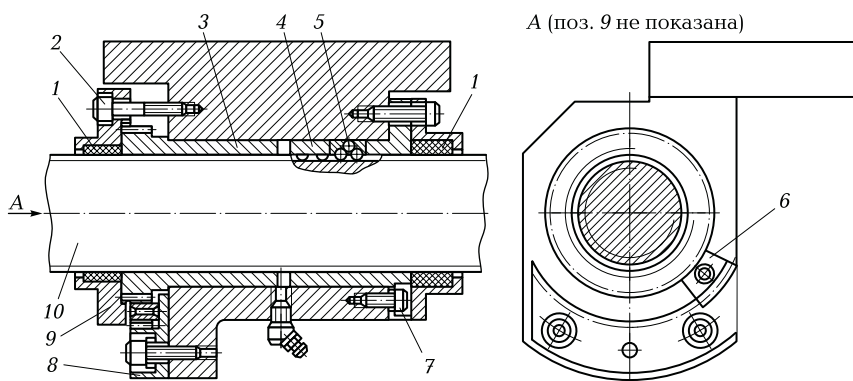


Рис. 7.5. Конструкция передачи винт—гайка качения:

1 — уплотнения; 2, 7 — винты; 3, 4 — полушки; 5 — шарики; 6 — сегмент; 8 — зубчатый сектор; 9 — крышка; 10 — ходовой винт

- перемещают полушки 3 вдоль ходового винта 10 и вводят в отверстие корпуса;
- устанавливают на корпусе зубчатый сектор 8 и закрепляют его винтами;
- устанавливают на корпусе зубчатый сегмент 6;
- устанавливают на корпусе крышку 9 с уплотнениями и закрепляют ее винтами 2;
- регулируют зазор в передаче, смещая зубчатый сегмент 6 относительно зубчатого сектора 8, при этом поворачивается полушка 3, соединенная посредством зубчатой передачи с сегментом 6 (поворот полушки 3 относительно неподвижной полушки 4 приводит к изменению величины зазора в передаче).

## 7.2. СБОРКА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Кривошипно-шатунный механизм представляет собой достаточно сложное устройство, состоящее из нескольких сборочных единиц:

- коленчатого вала или кривошипа;
- шатунной группы;
- поршневой группы.

После соединения между собой эти сборочные единицы образуют механизм, обеспечивающий преобразование возвратно-

поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала (двигатели), и наоборот, преобразование вращательного движения коленчатого вала в возвратно-поступательное движение поршня (компрессоры).

Рассмотрим особенности сборки отдельных сборочных единиц и общей сборки кривошипно-шатунного механизма.

**Установку коленчатого вала** выполняют следующим образом:

- пришабривают посадочные места в корпусе и крышке;
- устанавливают коленчатый вал в корпус;
- устанавливают прокладки;
- устанавливают крышку;
- закрепляют крышку болтами;
- проворачивают коленчатый вал в подшипниках;
- снимают крышку и коленчатый вал;
- пришабривают выступающие места во вкладышах (выступающие места определяют по блеску);
- вновь собирают узел;
- проворачивают вал;
- разбирают узел;
- пришабривают выступающие места во вкладышах (переходы, связанные со сборкой-разборкой узла и пришабриванием вкладышей, повторяют до тех пор, пока не будет обеспечено равномерное прилегание коренных шеек коленчатого вала к поверхностям вкладышей).

При установке коленчатого вала в подшипниковые опоры скольжения имеют место некоторые особенности (по сравнению со сборкой подшипниковых узлов с разъемными подшипниками скольжения, описанной в подразд. 5.3), которые связаны с необходимостью обеспечения осевых зазоров для компенсации температурных деформаций. Эти деформации различны для коленчатого вала, изготовленного из стали, и картера, выполненного из алюминиевого сплава, в котором находятся подшипниковые опоры.

Для предупреждения осевого смещения коленчатого вала его устанавливают, используя в левой опоре радиальный подшипник. Как показано на схеме (рис. 7.6), зазоры между передней частью щеки и задней стенкой перегородки картера уменьшаются от колена к колену вала, а зазоры между задней стенкой щеки и передней стенкой перегородки увеличиваются. Такое распределение зазоров позволяет компенсировать различия в тепловом расширении коленчатого вала и стенки картера. Эти зазоры должны указываться в технических условиях на сборку.

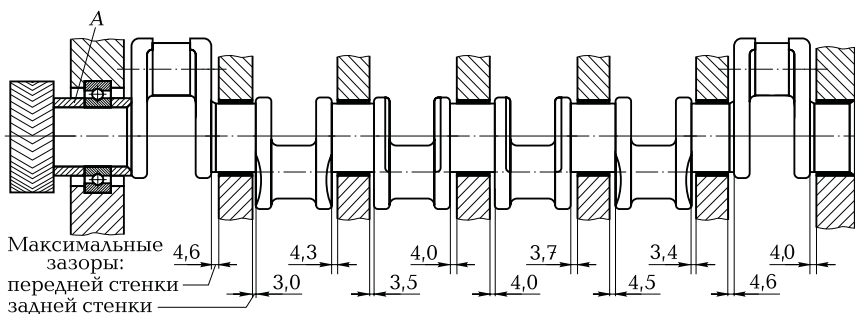


Рис. 7.6. Максимально допустимые осевые зазоры коленчатого вала:

А — втулка, предупреждающая осевое смещение вала

**Сборка шатунной группы. Сборка шатуна** заключается в подготовке его подшипниковых опор к соединению с соответствующими сборочными единицами кривошипно-шатунного механизма — поршневой группой и коленчатым валом.

Начинают сборку с подготовки верхней подшипниковой опоры — неразъемного подшипника скольжения, которая осуществляется следующим образом:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы отверстия верхней головки шатуна требованиям чертежа;
- проверяют соответствие наружного диаметра втулки верхней головки шатуна и ее геометрической формы требованиям чертежа;
- проверяют соответствие расположения смазочной канавки на поверхности втулки верхней головки шатуна положению смазочного отверстия в верхней головке шатуна;
- запрессовывают втулку в отверстие верхней головки шатуна;
- выполняют механическую обработку отверстия втулки верхней головки шатуна после ее запрессовки в целях восстановления ее геометрических размеров и формы, заданных чертежом.

После сборки неразъемного подшипника скольжения в верхней головке шатуна приступают к монтажу разъемного подшипника скольжения в нижней головке шатуна, осуществляя его пригонку по шатунным шейкам коленчатого вала в следующей последовательности:

- проверяют параллельность плоскостей разъема вкладышей нижней головки шатуна методом «на краску» и на плите;
- пришабривают плоскости разъема вкладышей в случае отклонения их от параллельности;



- пришабривают посадочную поверхность нижней головки шатуна по вкладышу;
- пришабривают посадочное место в крышке шатуна по вкладышу;
- устанавливают вкладыши в нижнюю головку шатуна и его крышку;
- устанавливают болты крепления крышки в крепежные отверстия шатуна;
- на болты, установленные в нижней головке шатуна, надевают прокладки (толщина комплекта прокладок указывается в технических условиях на сборку);
- устанавливают крышку на нижнюю головку шатуна;
- устанавливают гайки на болтах крепления крышки и заворачивают их;
- проверяют геометрические размеры и форму отверстия на соответствие требованиям технических условий на сборку;
- проверяют соответствие отклонения от параллельности осей отверстий подшипников верхней и нижней головок шатуна требованиям технических условий на сборку (рис. 7.7) следующим образом:

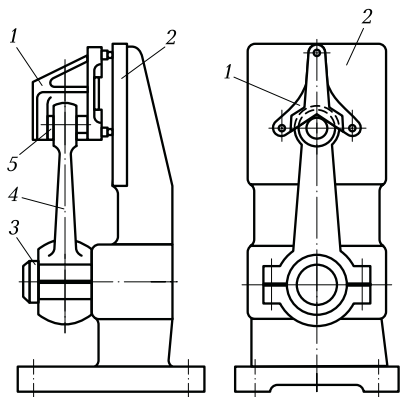


Рис. 7.7. Приспособление для контроля параллельности осей отверстий шатуна:

1 — призма; 2 — плата; 3, 5 — пальцы; 4 — шатун

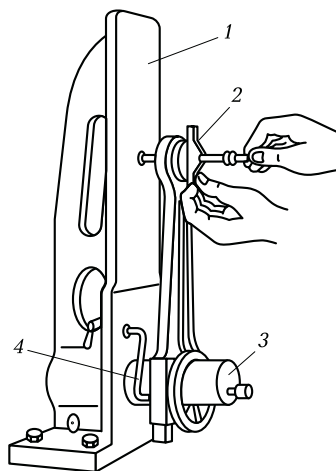


Рис. 7.8. Приспособление для контроля шатуна на двойной изгиб:

1 — плата; 2 — глубиномер; 3 — палец; 4 — ограничитель

установить шатун 4 нижней головкой на разжимной палец 3;  
 в верхнюю головку шатуна установить палец 5;  
 установить призму 1 с тремя штифтами на палец 5 так, чтобы штифты упирались в контрольную плиту 2;  
 проверить наличие зазоров между штифтами призмы 1 и контрольной плитой 2 (наличие зазора свидетельствует об отклонении осей верхней и нижней головок шатуна от параллельности, допускаемая величина зазора не более 0,05 мм);

- проверяют шатун на двойной изгиб (рис. 7.8) в следующей последовательности:

устанавливают шатун на пальце 3 контрольной плиты 1;  
 выдвигают ограничитель 4 до упора в нижнюю головку шатуна;

закрепляют нижнюю головку шатуна винтом (на рисунке не показан);

измеряют расстояние от торца верхней головки шатуна до плоскости контрольной плиты 1 глубиномером 2;

поворачивают шатун на 180°, доведя его до упора торцом нижней головки в ограничитель 4;

повторяют измерение;

по показаниям измерительного инструмента определяют соответствие шатуна техническим требованиям;

- проверяют прямолинейность шатуна (рис. 7.9) следующим образом:

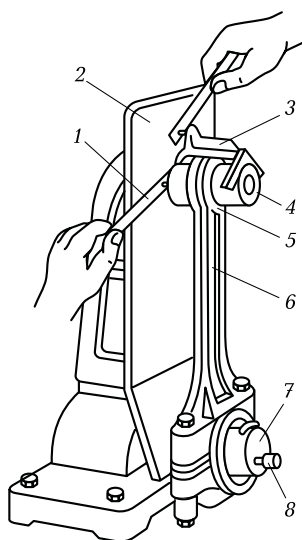


Рис. 7.9. Приспособление для контроля прямолинейности шатуна:

1 — щуп; 2 — плита; 3 — призма; 4, 7 — пальцы;  
 5 — верхняя головка шатуна; 6 — шатун; 8 — винт

устанавливают верхнюю головку 5 шатуна 6 на контрольный палец 4, а нижнюю — на палец 7, расположенный на контрольной плите 2;

закрепляют шатун винтом 8;

устанавливают на цилиндрические пояски пальца 4 призму 3 так, чтобы запрессованные в корпус призмы штифты касались контрольной плиты 2;

если все три штифта касаются контрольной плиты, то шатун прямолинеен (наличие зазора между контрольной плитой и хотя бы одним из штифтов призмы свидетельствует об отклонении шатуна от прямолинейности, численное значение которого определяют при помощи щупа 1).

**Сборка шатуна с поршнем** начинается с подбора поршней по массе и установке на них поршневых колец, ее осуществляют в следующей последовательности:

- проверяют упругость колец;
- контролируют величину зазора между торцами колец в месте их стыковки;
- надевают кольца на поршень, используя специальное приспособление;
- располагают замки колец таким образом, чтобы они были сдвинуты один относительно другого по окружности поршня на угол, кратный числу колец;
- проверяют зазоры между кольцами и стенками канавок поршня.

После установки поршневых колец приступают к соединению поршня с шатуном кривошипно-шатунного механизма. Существует три способа соединения шатуна:

- палец неподвижно закреплен в бобышках поршня, а шатун поворачивается относительно пальца;
- палец неподвижно закреплен в верхней головке шатуна и может поворачиваться в бобышках поршня;
- палец может свободно поворачиваться относительно поршня и относительно верхней головки шатуна («плавающий» палец).

Наиболее часто применяют последний способ установки поршневого пальца. Осуществить соединение поршня и шатуна в этом случае можно следующим образом:

- вводят шатун в полость поршня, совместив отверстия в поршне и в верхней головке шатуна;
- смазывают маслом поршневой палец и вводят его одновременно в отверстия в поршне и в верхней головке шатуна;
- устанавливают стопорные кольца в канавки, выполненные в отверстиях;

- устанавливают шатунно-поршневую группу в цилиндр, используя специальное приспособление, представляющее собой металлический цилиндр с коническим отверстием, меньший диаметр которого равен диаметру цилиндра, а больший — несколько превышает диаметр поршня с установленными на нем кольцами.

После сборки шатунно-поршневой группы приступают к общей сборке кривошипно-шатунного механизма, т. е. к соединению шатунно-поршневой группы с коленчатым валом, ее осуществляют в следующей последовательности:

- разбирают нижнюю головку шатуна;
- нижнюю головку шатуна со снятой крышкой устанавливают на шатунную шейку коленчатого вала;
- устанавливают в крепежные отверстия нижней головки шатуна болты крепления;
- размещают на крышке шатуна прокладки;
- устанавливают крышку с размещенными на ней прокладками на нижнюю головку шатуна;
- наворачивают и закрепляют гайки на крепежных болтах нижней головки шатуна;
- проверяют зазоры между вкладышами нижней головки шатуна и шатунными шейками коленчатого вала;
- устанавливают на блок цилиндров крышку коленчатого вала;
- устанавливают и затягивают болты крепления крышки коленчатого вала;
- проворачивают коленчатый вал от руки, используя рычаг (вал должен вращаться плавно, без заедания).

### 7.3. СБОРКА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА

Газораспределительные механизмы (механизмы клапанного распределения) регулируют подачу горючей смеси в рабочую камеру двигателя внутреннего сгорания, жидкости или газа — в рабочую полость гидравлических или пневматических устройств. Клапаны механизма совершают возвратно-поступательное движение с отставанием при полном закрытии и открытии для впуска и выпуска рабочего тела и отработавших газов.

В механизмах клапанного распределения применяют клапаны различных конструкций: шариковые, плоские, тарельчатые. Наи-

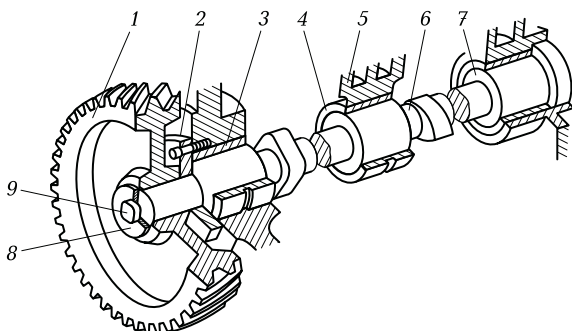


Рис. 7.10. Узел с распределительным валом (сборочная единица):

1 — шкив зубчатой ременной передачи; 2 — ограничительный фланец; 3, 4, 7 — втулки-вкладыши; 5 — головка блока цилиндров; 6 — распределительный вал; 8 — упорная шайба; 9 — винт

большее распространение получили тарельчатые клапаны, которые достаточно просты в изготовлении, сборке и эксплуатации.

**Сборка механизма клапанного распределения** состоит из следующих операций:

- сборки узла с распределительным валом;
- сборки клапанной группы;
- сборки и регулирования двигателя внутреннего сгорания.

*Сборку узла с распределительным валом* (рис. 7.10) осуществляют в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест распределительного вала 6 требованиям чертежа;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы отверстий в головке 5 блока цилиндров требованиям чертежа;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы подшипниковых втулок-вкладышей 3, 4, 7 требованиям чертежа;
- запрессовывают подшипниковые втулки-вкладыши 3, 4, 7 в отверстия головки 5 блока цилиндров;
- фиксируют положение подшипниковых втулок-вкладышей 3, 4, 7 в отверстиях головки блока цилиндров 5;
- устанавливают распределительный вал 6 в подшипниковых втулках-вкладышах 3, 4, 7;
- устанавливают на распределительный вал 6 ограничительную шайбу (на рисунке не показана);
- устанавливают на головку 5 блока цилиндров ограничительный фланец 2;

- устанавливают на распределительном валу *б* шпонку (на рисунке не показана);
- устанавливают на распределительный вал *б* шкив *1* зубчатой ременной передачи;
- устанавливают упорную шайбу *8*;
- закрепляют упорную шайбу *8* винтом *9*;
- проверяют качество сборки, провернув распределительный вал *б* от руки.

После установки распределительного вала в головку блока цилиндров приступают к сборке клапанной группы.

**Сборку клапанной группы** (рис. 7.11) осуществляют следующим образом:

- устанавливают в головку блока цилиндров клапанные гнезда с седлами *9* клапанов;
- притирают клапаны *10* к их седлам *9*;
- на шток *б* клапана *10* устанавливают опорную шайбу *8*, пружину *7*, регулировочную шайбу *5*;
- проверяют усилие пружины *7*, которое должно обеспечивать плотное прижатие тарелки клапана *10* к его седлу *9*, следующим образом:

вводят ролик *1* в паз коромысла *2*;

вводят ось в отверстия коромысла и ролика *1*;

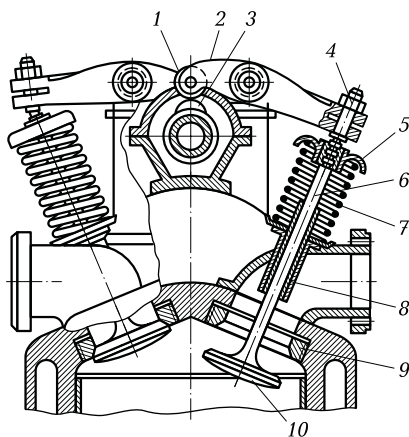


Рис. 7.11. Механизм клапанного распределения с тарельчатыми клапанами:

*1* — ролик; *2* — коромысло; *3* — кулачок; *4* — регулировочный винт; *5* — регулировочная шайба; *6* — шток клапана; *7* — пружина; *8* — опорная шайба; *9* — седло клапана; *10* — клапан

устанавливают коромысла 2, последовательно продвигая ось в отверстия головки блока цилиндров;  
концы оси накернивают для предупреждения ее самопроизвольного выпадения;  
в резьбовые отверстия коромысел 2 ввертывают ручную регулировочные винты 4;  
регулируют зазоры между штоками 6 клапанов 10 и регулировочными винтами 4.

**Общую сборку и регулирование двигателя внутреннего сгорания** осуществляют в следующей последовательности:

- ввертывают, используя шпильковерт, в корпус блока цилиндров шпильки;
- устанавливают прокладку на корпус блока цилиндров;
- проворачивают распределительный вал, обеспечивая полное открытие выпускного клапана первого цилиндра;
- проворачивают коленчатый вал, обеспечивая перемещение поршня первого цилиндра в верхнюю мертвую точку;
- устанавливают головку блока цилиндров на корпус блока;
- закрепляют головку блока цилиндров на корпусе блока;
- проверяют взаимное расположение шкивов на распределительном и коленчатом валах;
- на шкивы, расположенные на распределительном и коленчатом валах, надевают зубчатый ремень так, чтобы не нарушить взаимное расположение шкивов;
- проверяют синхронность работы кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, проворачивая коленчатый вал вручную.

## 7.4. СБОРКА КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА

Кулисный механизм (рис. 7.12) состоит из двух сборочных единиц — кулисного зубчатого колеса и собственно кулисы. Эти сборочные единицы собирают отдельно, а затем соединяют между собой при помощи соединительного элемента — кулисного камня.

**Сборку кулисного зубчатого колеса** (кривошипного диска) осуществляют в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы отверстия кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5 требованиям чертежа;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы втулки 7 требованиям чертежа;

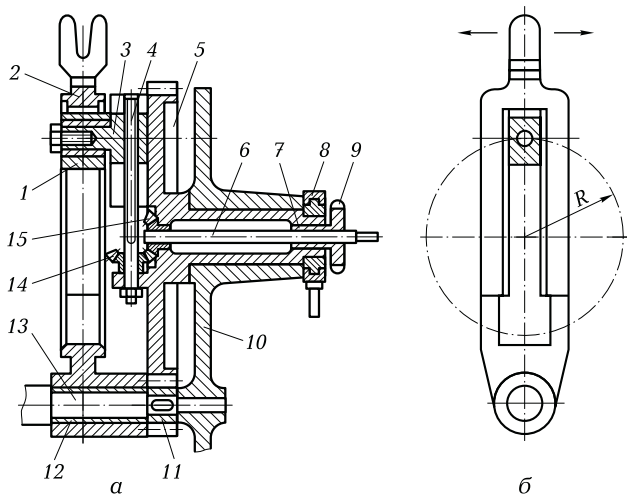


Рис. 7.12. Кулисный механизм:

*а* — сборочный чертеж; *б* — схема регулирования; 1 — кулисный камень; 2 — кулиса; 3 — палец кривошипа; 4 — винт; 5 — кривошипный диск; 6 — валик; 7, 12 — втулки; 8 — эксцентриковый механизм; 9 — стопорная гайка; 10 — корпус; 11, 14, 15 — зубчатые колеса; 13 — ось кулисы;  $R$  — радиус кривошипного пальца

- запрессовывают втулку 7 в отверстие кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5;
- разворачивают отверстие во втулке 7, восстанавливая ее геометрические размеры и форму;
- устанавливают шпонку на валик 6;
- вводят валик 6 с установленной на нем шпонкой во втулку 7, запрессованную в отверстие кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5;
- пригоняют шпоночный паз в отверстия конического зубчатого колеса 15 по шпонке, установленной на валике 6;
- устанавливают коническое зубчатое колесо 15 на валик 6;
- устанавливают шпонку на гладком конце винта 4;
- пригоняют паз конического зубчатого колеса 14 по шпонке, установленной на винте 4;
- ввертывают винт 4 в резьбовое отверстие пальца 3 зубчатого колеса (кривошипного диска) 5;
- устанавливают коническое зубчатое колесо 14 на уступе кривошипного диска 5 так, чтобы его отверстие совпало с отверстием в уступе;
- вводят палец 3 кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5 в паз на диске так, чтобы его гладкий конец вошел в от-



верстие конического зубчатого колеса 14, а шпонка, установленная на гладком конце винта, — в шпоночный паз, выполненный в отверстии конического зубчатого колеса 14;

- проверяют зацепление конических зубчатых колес 14 и 15 методом «на краску»;
- закрепляют винт 4 на кулисном зубчатом колесе (кривошипном диске) 5 при помощи контргайки;
- устанавливают шайбу на хвостовике кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы хвостовика кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5 требованиям чертежа;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы отверстия в корпусе 10 требованиям чертежа;
- вводят хвостовик кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5 в отверстие корпуса 10;
- устанавливают шпонку на конце хвостовика кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5;
- устанавливают эксцентриковый механизм 8 подачи на хвостовик кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5;
- навертывают стопорную гайку 9 на резьбовой конец валика 6;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы оси 13 кулисы требованиям чертежа;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы отверстия в корпусе 10 под ось 13 кулисы требованиям чертежа;
- устанавливают ось 13 кулисы в отверстие корпуса 10;
- устанавливают на оси 13 кулисы рамный уровень и проверяют перпендикулярность собранного узла кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5 оси 13 кулисы;
- извлекают ось 13 кулисы из отверстия корпуса.

После сборки кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) приступают к установке кулисы.

**Установку кулисы** осуществляют следующим образом:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы отверстия кулисы 2 требованиям чертежа;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы втулки 12 требованиям чертежа;
- запрессовывают втулку 12 в отверстие кулисы 2;
- развертывают отверстие во втулке 12, восстанавливая его геометрические размеры и форму;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы оси 13 кулисы 2 требованиям чертежа;

- устанавливают кулису 2 на ось 13;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочного места под зубчатое колесо 11 на оси 13 кулисы 2 требованиям чертежа;
- устанавливают на оси 13 кулисы 2 шпонку;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочного отверстия в зубчатом колесе 11 требованиям чертежа;
- устанавливают зубчатое колесо 11 на ось 13 кулисы 2;
- проверяют перпендикулярность направляющих кулисы 2 ее оси.

После сборки кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) и кулисы приступают к сборке кулисного механизма.

**Сборку кулисного механизма**, обеспечивающую соединение кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) с кулисой, производят в следующей последовательности:

- устанавливают собранный узел кулисы в отверстие корпуса так, чтобы зубчатое колесо 11 на оси 13 кулисы 2 вошло в зацепление с кулисным зубчатым колесом (кривошипным диском) 5;
- проверяют зубчатую передачу «на краску»;
- проверяют зубчатую передачу на величину бокового зазора;
- устанавливают кулисный камень 1 в направляющих кулисы 2 так, чтобы он своим отверстием вошел на выступ пальца 3 кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5;
- соединяют кулисный камень 1 с пальцем 3 кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5 при помощи винта 4;
- регулируют угол качания кулисы 2, перемещая палец 3 кулисного зубчатого колеса (кривошипного диска) 5.

## 7.5. СБОРКА ХРАПОВОГО МЕХАНИЗМА

Храповые механизмы в большинстве случаев предназначены для подачи инструментов на каждый двойной ход исполнительного узла оборудования.

**Сборку храпового механизма** (рис. 7.13) осуществляют в следующей последовательности:

- устанавливают храповое колесо 3 на вал механизма подачи;
- пружину с собачкой 4 размещают в корпусе рычага 1;
- устанавливают рычаг в сборе на цилиндрическую шейку храпового колеса 3;

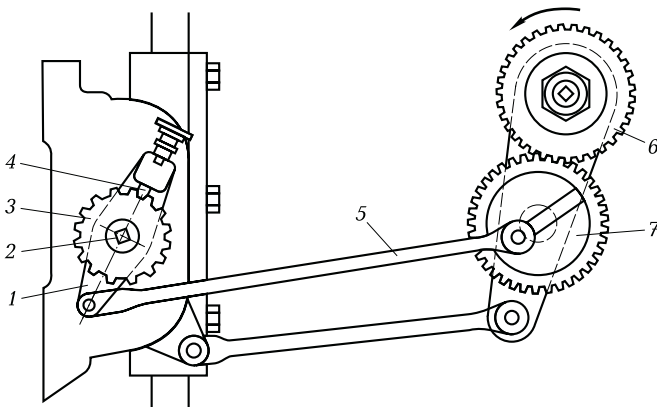


Рис. 7.13. Храповой механизм:

1 — рычаг; 2 — винт; 3 — храповое колесо; 4 — собачка; 5 — тяга; 6, 7 — зубчатые колеса

- устанавливают соединительный палец в Т-образный паз кривошипного зубчатого колеса 7;
- при помощи тяги 5 соединяют рычаг 1 с пальцем, установленным в Т-образном пазу кривошипного зубчатого колеса 7.

Храповой механизм приводится в движение посредством зубчатого колеса 6.

## 7.6. СБОРКА ЭКСЦЕНТРИКОВОГО МЕХАНИЗМА

Эксцентрикые механизмы широко применяют для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное в металлорежущих станках и кузнечно-прессовом оборудовании. Различают два типа таких механизмов: с постоянным эксцентриситетом и с переменным эксцентриситетом.

**Сборку эксцентриквого механизма** (рис. 7.14) осуществляют следующим образом:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест вала 10 и эксцентриков 9 и 12 требованиям чертежа;
- устанавливают шпонку 7 на валу 10;
- устанавливают на вал 10 эксцентрик 9;
- устанавливают внешний (регулируемый) эксцентрик 12 на эксцентрик 9, установленный на валу 10;

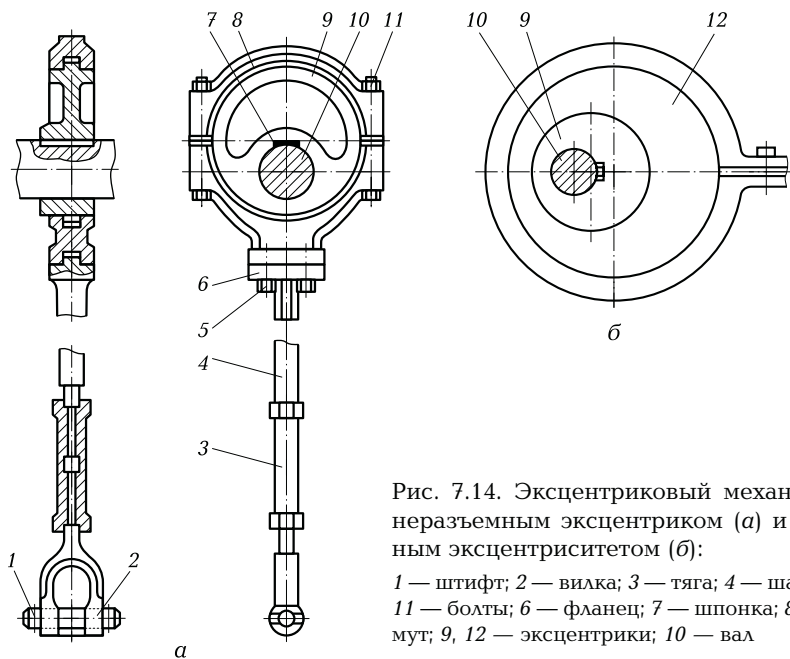


Рис. 7.14. Эксцентриковый механизм с неразъемным эксцентриком (а) и двойным эксцентриситетом (б):

1 — штифт; 2 — вилка; 3 — тяга; 4 — шатун; 5, 11 — болты; 6 — фланец; 7 — шпонка; 8 — хомут; 9, 12 — эксцентрики; 10 — вал

- проверяют прилегание вкладышей к посадочным местам верхней и нижней половин хомута 8, применяя метод контроля «на краску»;
- пришабривают верхнюю и нижнюю половины хомута по вкладышам (по результатам проведенного контроля);
- устанавливают вкладыши в верхнюю и нижнюю половины хомута;
- подводят под внешний регулируемый эксцентрик 12 нижнюю половину хомута 8;
- устанавливают в отверстия нижней половины хомута 8 болты 5 и 11;
- устанавливают на нижней половине хомута прокладки, толщина которых указывается в технических условиях на сборку;
- устанавливают верхнюю половину хомута на нижнюю;
- наворачивают гайки на крепежные болты и закрепляют их;
- проворачивают вал 1 — 3 раза;
- снимают хомут с эксцентрика;
- выполняют шабрение по выявленным в результате вращения вала дефектным местам, добиваясь прилегания поверхностей контакта, соответствующего требованиям технических условий на сборку.

**Кулачковые механизмы** позволяют обеспечить любой закон возвратно-поступательного движения ведомого звена механизма при вращательном движении ведущего. Простейший кулачковый механизм — механизм с плоским (дисковым) кулачком (рис. 7.15).

В рассматриваемом примере (см. рис. 7.15) роль исполнительного механизма выполняет **реечная передача**. Рассматриваемое приспособление предназначено для использования на токарном станке при обработке фасонных деталей.

*Сборку приспособления*, изображенного на рис. 7.15, выполняют в следующей последовательности:

- проверяют геометрические размеры и форму посадочных мест вала 9 и кулачка 8 на соответствие требованиям чертежа;
- устанавливают шпонку на валу 9;
- устанавливают кулачок 8 на вал 9;
- устанавливают зубчатый венец зубчатого сектора 4 на рычаге 5;
- закрепляют зубчатый сектор;

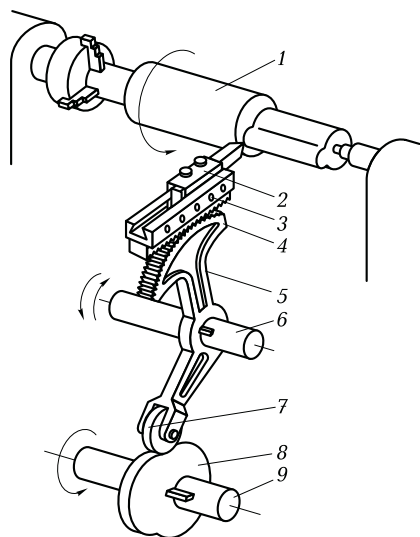


Рис. 7.15. Приспособление с реечно-зубчатой и кулачковой передачами:  
 1 — обрабатываемая заготовка; 2 — резцедержатель; 3 — зубчатая рейка; 4 — зубчатый сектор; 5 — рычаг; 6, 9 — валы; 7 — ролик; 8 — плоский кулачок

- проверяют радиальное биение зубчатого сектора 4 относительно оси качания рычага 5;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы вала 6 и посадочного отверстия рычага 5 требованиям чертежа;
- устанавливают шпонку на валу 6;
- устанавливают рычаг 5 с закрепленным на нем зубчатым сектором 4 на вал 6;
- закрепляют зубчатую рейку 3 на корпусе резцедержателя 2;
- вводят зубчатую рейку 3 в зацепление с зубчатым сектором 4;
- проверяют собранную реечную передачу «на краску»;
- проверяют величину бокового зазора в собранной реечной передаче.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

---

1. В какой последовательности осуществляется установка гайки ходового винта?
2. Почему после установки втулки в верхнюю головку шатуна необходима ее дополнительная механическая обработка?
3. Почему перед установкой поршневых колец необходима предварительная проверка их упругости?
4. К чему может привести отклонение величины зазора в замке колец и между кольцами и стенками канавок, выполненных в поршне, от допустимого?
5. В чем состоят особенности монтажа коленчатого вала в подшипниках скольжения?
6. Чем вызвана необходимость контроля шатуна на прямолинейность и двойной изгиб?
7. Как осуществляется соединение шатуна и поршня?
8. Почему необходимо проверять перпендикулярность оси кулисы плоскости кривошипного диска?
9. За счет чего обеспечивается периодическое качание собачки храпового механизма?
10. В чем состоят достоинства механизма с регулируемым эксцентриситетом?
11. В каких случаях и для чего применяют кулачковые механизмы?

# СБОРКА УЗЛОВ С ПЛОСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

## 8.1. СБОРКА УЗЛОВ С НЕПОДВИЖНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ДЕТАЛЕЙ

Особенностью соединений такого рода является необходимость фиксации взаимного положения входящих в них деталей (сборочных единиц) в процессе сборки, которая может осуществляться несколькими способами:

- двумя установочными штифтами;
- одним штифтом и центрирующим шипом;
- одним штифтом и буртиком;
- одним штифтом и шпонкой.

*Сборку узлов с неподвижным соединением деталей* выполняют в следующей последовательности:

- производят пригонку шабрением или притиркой сопрягаемых плоскостей деталей (сборочных единиц) так, чтобы контакт между ними осуществлялся по всей поверхности сопряжения;
- фиксируют положение деталей (сборочных единиц) друг относительно друга в заданном положении при помощи струбцин или временных болтов;
- сверлят и развертывают отверстия под установочные штифты одновременно в обеих деталях (сборочных единицах) соединения;
- снимают деталь (сборочную единицу) с базовой детали (сборочной единицы);
- запрессовывают штифты в отверстия базовой детали (сборочной единицы);
- устанавливают на штифты, запрессованные в базовую деталь (сборочную единицу), вторую деталь (сборочную единицу) собираемого узла;

- закрепляют соединенные детали (сборочные единицы) в положении, зафиксированном установочными штифтами, при помощи болтов.

## 8.2. СБОРКА УЗЛОВ С ПОДВИЖНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ДЕТАЛЕЙ (СБОРКА УЗЛОВ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ)

В конструкциях машин и механизмов узлы с направляющими получили широкое применение. В этих узлах детали (сборочные единицы) базируются одновременно по двум плоским поверхностям, что ведет к усложнению процесса сборки и необходимости проведения дополнительных пригоночных и контрольных операций.

Процесс сборки узлов с направляющими начинают с контроля взаимного расположения базовых поверхностей. Во взаимном расположении базовых поверхностей возможны следующие отклонения:

- базовые поверхности не совпадают с эталонной плоскостью;
- базовые поверхности параллельны друг другу и эталонной плоскости, но не совпадают с ней;
- базовые поверхности не параллельны между собой и не совпадают с эталонной плоскостью.

Взаимное расположение базовых поверхностей, их прямолинейность и плоскостность могут быть проверены различными способами:

- контрольной линейкой с использованием концевых мер длины и рамного уровня;
- стальной струной и инструментальным микроскопом;
- контрольной плитой методом «на краску».

**Контроль параллельности направляющих** при помощи контрольной линейки и рамного уровня осуществляют следующим образом:

- устанавливают контрольную линейку на направляющие;
- устанавливают рамный уровень на контрольную линейку;
- выставляют контрольную линейку с рамным уровнем в вертикальной плоскости так, чтобы контрольная линейка располагалась строго горизонтально (выставляют линейку в вертикальной плоскости при помощи концевых мер длины, определяя ее положение по показаниям рамного уровня);



- определяют параллельность направляющих по разности расстояний от линейки до базовых поверхностей (определяется по блокам концевых мер длины, на которых выставлена контрольная линейка) и ее соответствие требованиям технических условий.

**Контроль прямолинейности направляющих** выполняют при помощи стальной проволоки и инструментального микроскопа следующим образом:

- устанавливают кронштейн с одной стороны направляющих;
- закрепляют стальную проволоку на кронштейне так, чтобы она располагалась точно по середине направляющей;
- устанавливают второй кронштейн на противоположной стороне направляющей;
- пропускают стальную проволоку через блок, установленный во втором кронштейне, так, чтобы она располагалась точно по середине направляющей;
- подвешивают груз к свободному концу проволоки, пропущенной через блок, установленный во втором кронштейне, который должен обеспечить ее натяжение с усилием не менее 0,5 временного сопротивления материала проволоки;
- размещают каретку на направляющих;
- устанавливают на каретку инструментальный микроскоп так, чтобы стальная проволока, натянутая между кронштейнами, закрепленными на направляющей, совпала с осью шкалы окуляра инструментального микроскопа;
- перемещают каретку с установленным на ней инструментальным микроскопом по направляющим, наблюдая за положением стальной проволоки относительно оси шкалы окуляра инструментального микроскопа;
- определяют отклонение направляющей от прямолинейности по положению стальной проволоки, натянутой между кронштейнами, закрепленными на направляющей, относительно оси окуляра инструментального микроскопа и сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку.

В тех случаях когда необходима проверка не только горизонтальных, но и вертикальных поверхностей направляющих, применяют специальное приспособление с индикаторами (рис. 8.1).

**Контроль взаимного расположения вертикальных и горизонтальных поверхностей направляющих** выполняют в следующей последовательности:

- наносят слой краски на контрольную плиту;

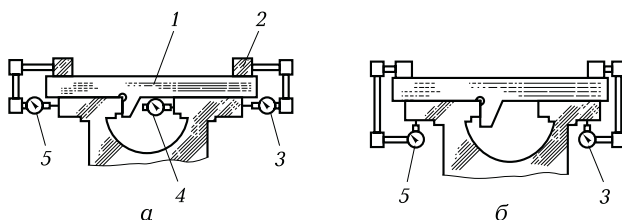


Рис. 8.1. Схемы одновременного контроля вертикальных (а) и горизонтальных (б) направляющих поверхностей:

1 — контрольная плита; 2 — магнитная стойка; 3—5 — индикаторы часового типа

- устанавливают контрольную плиту на направляющие с одного их края;
- снимают контрольную плиту с направляющих;
- шабруют направляющие по окрашенным местам до тех пор, пока на поверхности направляющих не будет 25 контактных пятен на квадратном участке с размерами 25 × 25 мм (контроль выполняют при помощи специальной контрольной рамки);
- устанавливают уровень на контрольную плиту и проверяют горизонтальность пришабренного участка направляющих в продольном и поперечном направлениях;
- устанавливают контрольную плиту с другой стороны направляющих;
- пришабривают участок с другой стороны направляющих;
- устанавливают поверочную линейку на пришабренные участки (маяки) направляющих;
- размещают на поверочной линейке уровень, чтобы убедиться, что оба пришабренных участка (маяка) находятся в одной горизонтальной плоскости;
- устанавливают контрольную плиту на направляющие между пришабренными участками (маяками);
- шабруют по полученным отпечаткам краски участок направляющих между двумя первыми участками (маяками);
- проверяют положение среднего пришабренного участка (маяка) относительно двух ранее пришабренных участков (маяков), используя контрольную плиту и уровень;
- шабруют поверхности направляющих между маяками, проверяя положение обработанных участков относительно ранее пришабренных и расположенных рядом (обработку продолжают до тех пор, пока вся поверхность направляющих не будет пришабрена с необходимой точностью).

После контроля направляющих и их пригонки переходят непосредственно к установке подвижного узла на направляющие.

**Сборку узла с плоскими направляющими** (рис. 8.2) осуществляют следующим образом:

- шабруют верхние поверхности А и Б направляющих;
- шабруют нижние поверхности Д и Е направляющих так, чтобы обеспечить их параллельность верхним поверхностям А и Б;
- шабруют боковые поверхности В и Г, обеспечивая их перпендикулярность поверхностям А, Б, Д и Е;
- устанавливают на направляющие ползун 1;
- устанавливают планку 2 с левой стороны направляющих;
- размещают прокладку 4 между планкой 2 и нижней поверхностью направляющих;
- вращая регулировочный винт 5, устанавливают прокладку 4 таким образом, чтобы зазор между ней и нижней поверхностью направляющих соответствовал техническим условиям на сборку;
- устанавливают планку 2 с комплектом прокладок с правой стороны ползуна так, чтобы обеспечить зазор между нижней поверхностью направляющих и планкой, соответствующий техническим условиям на сборку;
- устанавливают между ползуном 1 и боковой поверхностью направляющих регулировочный клин 6;

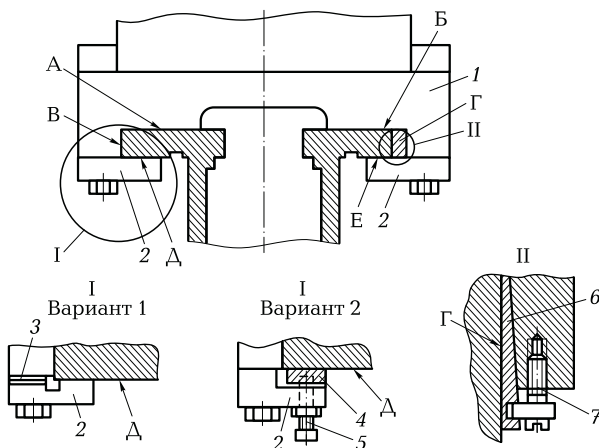


Рис. 8.2. Узел с плоскими направляющими:

1 — ползун; 2 — планка; 3, 4 — нерегулируемая и регулируемая прокладки; 5, 7 — винты; 6 — клин; I — регулирование зазора плоскими прокладками; II — регулирование зазора клином; А—Е — поверхности

- ввертывают в корпус ползуна регулировочный винт 7 таким образом, чтобы его головка вошла в паз регулировочного клина 6;
- вращая регулировочный винт 7, устанавливают клин 6 в такое положение, чтобы зазор между клином и боковой поверхностью направляющих соответствовал техническим условиям на сборку;
- проверяют плавность перемещения ползуна относительно направляющих.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

---

1. Почему при фиксации деталей с базированием по плоским поверхностям установочные штифты следует размещать как можно дальше один от другого?
2. Почему при сборке узлов с направляющими требуется более тщательный контроль плоских поверхностей базовых деталей?
3. В каких случаях необходимо выполнение пригоночных работ при сборке узлов с плоскими направляющими?
4. Как осуществляют регулирование зазоров в узлах с плоскими направляющими?

## СБОРКА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ И ПЕРЕДАЧ

### 9.1. СБОРКА ТРУБОПРОВОДОВ

Трубопроводы, применяемые в конструкциях машин, состоят из металлических или неметаллических (пластмассовых или резиновых) труб и элементов для их соединения. Конструкция и материал трубы, а также конструкции соединительных элементов зависят от таких факторов, как род жидкости, подаваемой по трубопроводам, скорость ее течения, давление жидкости в системе, количество жидкости, подаваемой по трубопроводу в единицу времени.

**Трубопроводы для охлаждающих жидкостей.** Такие трубопроводы изготавливают из стальных газопроводных или стальных тонкостенных труб. При сборке необходимую форму трубам придают гибкой. Для соединения отдельных частей трубопровода используют фитинги или фланцы. Части трубопровода поступают на сборку, как правило, в готовом виде, т. е. имеют соответствующую длину и форму, а также нарезанную на концах трубы резьбу. Поступающие на сборку фитинги, краны и другая арматура также должны быть окончательно обработаны и проверены на соответствие требованиям технических условий.

**Сборка трубопроводов с применением фитингов** должна обеспечивать герметичность соединений, для чего резьбу на трубе покрывают тонким слоем краски и обматывают волокнами льна. Сборка соединений с применением фитингов может осуществляться двумя способами: на короткой резьбе и на сгоне.

*Соединение элементов трубопровода на короткой резьбе* является неразборным, его осуществляют в следующей последовательности (рис. 9.1):

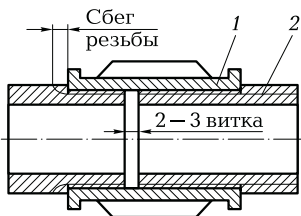


Рис. 9.1. Соединение труб на короткой резьбе:  
1 — муфта; 2 — труба

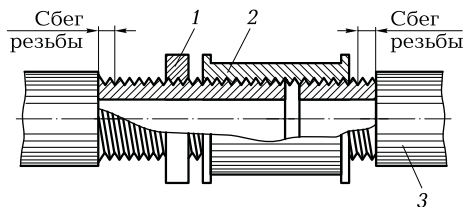


Рис. 9.2. Соединение труб на сгоне:  
1 — контргайка; 2 — муфта; 3 — труба

- трубу 2 закрепляют в тисках;
- снимают фаску и нарезают резьбу на конце трубы 2, если она не нарезана предварительно (перед поступлением на сборку);
- вынимают трубу 2 с нарезанной на ней резьбой из тисков;
- закрепляют в тисках вторую трубу соединения и также снимают фаску и нарезают резьбу, если она не нарезана предварительно (перед поступлением на сборку);
- спиливают с каждой из труб соединения по одному витку резьбы;
- резьбу одной из труб соединения обмазывают уплотняющей обмазкой, используя краску (цинковые белила или сурик);
- размещают в витках резьбы тонкий жгут льняных волокон, пропитанных уплотняющим составом, в качестве которого используют краску (цинковые белила или сурик);
- муфту 1 (или другой фитинг, например тройник, если необходимо разделить потоки охлаждающей жидкости) наворачивают на трубу до упора в сбег резьбы;
- наносят уплотняющий состав, используя краску (цинковые белила или сурик), на резьбу второй трубы и укладывают в ее витках льняной жгут, пропитанный уплотняющим составом;
- ввертывают вторую трубу в муфту 1 до ее упора в сбег резьбы;
- производят визуальный осмотр выполненного соединения;
- проводят гидравлические испытания собранного соединения.

*Соединение элементов трубопровода на сгоне* (рис. 9.2) обеспечивает возможность разборки и сборки трубопровода без нарушения целостности конструкции, что удобно, так как позволяет устранять возникающие в процессе работы трубопровода неисправности. Собирают соединения на сгоне следующим образом:

- закрепляют трубу 3 в тисках и нарезают на ней длинную резьбу (длина резьбы должна быть несколько больше суммарной длины муфты 2 и контргайки 1);

- навинчивают на резьбу трубы контргайку 1;
- навинчивают на резьбу трубы соединительную муфту 2;
- закрепляют в тисках вторую трубу и нарезают на ней короткую резьбу, длина которой должна быть несколько меньше 1/2 длины соединительной муфты 2;
- смазывают короткую резьбу герметизирующим составом, в качестве которого используют масляную краску (цинковые белила или сурик);
- во впадины короткой резьбы укладывают тонкий льняной жгут;
- сгоняют соединительную муфту 2 с длинной резьбы на короткую и навинчивают ее до упора в сбеги резьбы;
- укладывают в двух-трех впадинах витков длинной резьбы около соединительной муфты 2 тонкий льняной жгут, пропитанный герметизирующим составом, в качестве которого можно использовать масляную краску (цинковые белила или сурик);
- затягивают контргайку 1 до упора в торец соединительной муфты 2;
- производят визуальный осмотр соединения;
- проверяют соединение на герметичность.

**Сборка трубопроводов с применением фланцев** состоит из следующих операций:

- установки и закрепления фланца на трубе;
- установки прокладок;
- соединения фланцев между собой болтами.

При сборке труб на фланцах особенно важно обеспечить соосность соединения и параллельность торцов фланцев. Невыполнение этих условий может привести к возникновению дополнительных нагрузок в процессе эксплуатации трубопроводной системы. Соединение фланцев с трубой может осуществляться тремя способами: на резьбе, сваркой и развальцовкой.

При закреплении фланцев на трубе с помощью резьбового соединения поступают следующим образом:

- трубу устанавливают в тисках и нарезают на ней резьбу, если она не была нарезана заранее (до поступления деталей на сборку);
- резьбу покрывают герметизирующим составом, в качестве которого можно использовать масляную краску (цинковые белила или сурик);
- в витки резьбы трубы укладывают тонкий льняной жгут;
- навинчивают фланец на трубу до его упора в сбеги резьбы.

При соединении фланца с трубой методом развальцовки поступают следующим образом:

- устанавливают трубу в тисках;

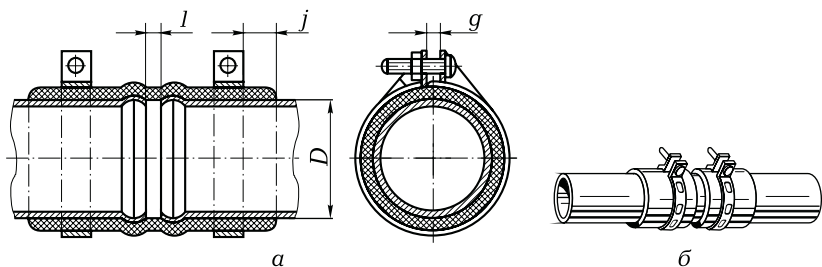


Рис. 9.3. Гибкое соединение трубопроводов:

*a* — осевое и поперечное сечения; *D* — наружный диаметр трубы; *l* — расстояние между торцами труб; *j* — расстояние от торца шланга до хомута; *g* — расстояние между клеммами хомута; *б* — общий вид

- надевают фланец на трубу;
- вводят в отверстие трубы вальцовку;
- развальцовывают конец трубы, обеспечивая ее плотное соединение с фланцем.

Поскольку при перекачивании охлаждающей жидкости происходит образование тепловой энергии, то для компенсации тепловых деформаций трубопровода и уменьшения влияния на него вибраций, возникающих при эксплуатации машин и механизмов, в системе охлаждения применяют гибкие шланги. Применение гибких шлангов возможно в трубопроводах диаметром до 60 мм.

**Установку гибких шлангов** осуществляют в следующей последовательности (рис. 9.3):

- подбирают шланг для соединения таким образом, чтобы его внутренний диаметр был на 0,5... 1 мм меньше наружного диаметра *D* трубы (шланг не должен иметь трещин, надломов, вздутий);
- закрепляют поочередно трубы в тисках;
- развальцовывают концы труб;
- извлекают трубы из тисков;
- смазывают концы труб маслом (это существенно облегчает установку шланга на трубах);
- устанавливают шланг на трубы так, чтобы расстояние *l* между торцами соединяемых труб, было не менее 2 мм и не более 0,25*D*;
- устанавливают на шланг, надетый на трубы, хомуты таким образом, чтобы расстояние *j* от торца шланга до хомута было не менее 10 мм (если расстояние будет меньше, то возможно самопроизвольное смещение хомута);



- затягивают хомут крепежными винтами так, чтобы расстояние  $g$  в стыке было не менее 3 мм, что обеспечивает плотное прилегание хомута к шлангу и надежное крепление последнего на трубе;
- проверяют соединение на отсутствие перекосов (рис. 9.4), которые могут вызвать торможение жидкости из-за образования мешков 2 между шлангами и трубопроводами.

Наряду с рассмотренными типами соединений труб применяют и другие (рис. 9.5):

- жесткое соединение труб может быть осуществлено за счет нагнетания при помощи шприца разогретой до 160...180 °С резиновой массы через отверстие охватывающей трубы в выточку охватываемой (рис. 9.5, а). После остывания и затвердевания резиновая масса обеспечивает прочное и плотное соединение труб;
- к соединяемым трубам припаивают ниппель 3 и штуцер 2, которые сопрягаются по кольцевому выступу, выполненному на штуцере. Ниппель имеет соответствующую кольцевую выточку. При таком соединении создается уплотнение лабиринтного типа (рис. 9.5, б). Для более надежной герметизации соединения устанавливают уплотняющие прокладки из фторопласта или паронита.

**Топливомаслопроводы.** Топливомаслопроводы могут быть двух типов: низкого и высокого давления. К трубопроводам низкого давления относятся трубопроводы от бака к насосу и фильтрам;

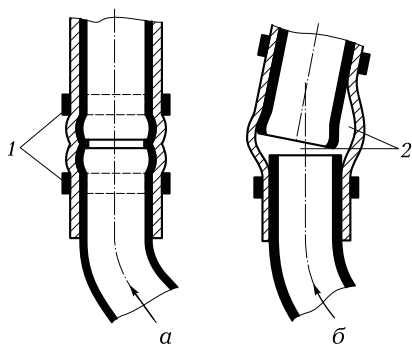


Рис. 9.4. Правильно (а) и неправильно (б) смонтированное гибкое соединение труб:

1 — хомуты; 2 — мешки

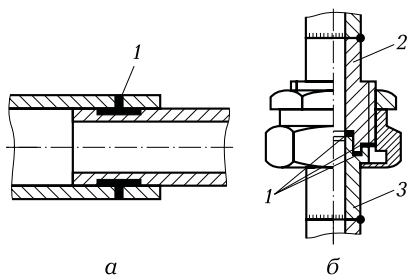


Рис. 9.5. Соединения труб:

а — жесткое с резиновым уплотнением: 1 — резиновая масса; б — жесткое лабиринтное: 1 — прокладки; 2 — штуцер; 3 — ниппель

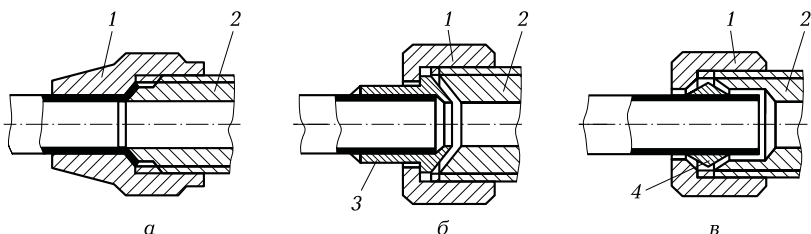


Рис. 9.6. Разъемные соединения трубопроводов:

*a* — с развальцовкой конца трубы; *б* — с шаровой муфтой; *в* — с зажимным конусом; 1 — накидная гайка; 2 — ниппель; 3 — шаровая муфта; 4 — конус

сливные трубы и трубопроводы масляной системы. К трубопроводам высокого давления относятся трубы, по которым гидравлическая жидкость поступает от насоса к аппаратуре распределения, управления и силовым органам машины или механизма. Для топливомаслопроводов в большинстве случаев применяют медные, латунные или алюминиевые трубы, значительно реже используют стальные тонкостенные трубы. Соединения труб в топливомаслопроводах могут быть как разъемными, так и неразъемными. Неразъемные соединения труб осуществляют пайкой твердыми припоями, применяя при этом соединительные муфты. Разъемные соединения выполняют с применением специальной соединительной арматуры, которая отличается большим разнообразием конструкций.

Наибольшее распространение получили соединения с развальцовкой концов соединяемых труб, с шаровыми муфтами и зажимными конусами.

**Сборку соединений с развальцовкой концов труб** осуществляют в следующей последовательности (рис. 9.6, *a*):

- устанавливают накидную гайку 1 на трубу;
- закрепляют трубу с установленной на ней накидной гайкой 1 в приспособлении;
- развальцовывают так, чтобы угол на развальцованном конце трубы был несколько большим  $90^\circ$  (на развальцованном конце трубы не должно быть трещин, надрывов и морщин);
- зачищают край трубы личным напильником;
- припаивают ко второй трубе соединения ниппель 2, используя твердый припой (ниппель 2 на рабочем конце должен иметь коническую часть);
- прижимают развальцованный конец первой трубы к конической части ниппеля 2, припаянного ко второй трубе соединения;

- затягивают накидную гайку 1;
- проверяют собранное соединение на герметичность.

**Сборку соединений труб при помощи шаровых муфт** (рис. 9.6, б) осуществляют следующим образом:

- устанавливают на одну из труб соединения накидную гайку 1;
- после установки на трубу соединения накидной гайки 1 к ней припаивают шаровую муфту 3, используя для этого твердый припой;
- ко второй трубе соединения припаивают ниппель 2 с конической выточкой, используя при этом твердый припой;
- вводят шаровую муфту 3 в коническую выточку ниппеля 2;
- затягивают накидную гайку 1;
- проверяют соединение на герметичность.

**Сборку соединений труб с использованием зажимных конусов** (рис. 9.6, в) выполняют в следующей последовательности:

- устанавливают на одну из труб соединения накидную гайку 1;
- используя твердый припой, припаивают латунный конус 4 к концу трубы соединения, на которой установлена накидная гайка 1, таким образом, чтобы выступающая из конуса часть трубы была короче, чем глубина выточки в корпусе ниппеля 2;
- припаивают ниппель 2 ко второй трубе соединения, используя твердый припой;
- вводят трубу с напаянным на нее конусом 4 в выточку ниппеля 2;
- затягивают накидную гайку 1;
- проверяют собранное соединение на герметичность.

Собранные трубопроводные системы проверяют на герметичность. Выбор способа проверки герметичности трубных соединений зависит от давления прокачиваемой по трубопроводам жидкости. Различают трубопроводы низкого и высокого давления.

**Контроль герметичности топливомаслопроводов низкого давления** выполняют, нагнетая в трубопровод воздух или жидкость, и контролируют время, в течение которого давление в системе остается неизменным. При проведении контроля места возможных утечек смазывают мыльным раствором, в случае просачивания воздуха в этих местах появляются воздушные пузыри. Подтягивание резьбовых соединений в процессе контроля допускается только в тех случаях, когда давление в системе не превышает 0,5 МПа.

**Контроль герметичности топливомаслопроводов высокого давления** производят с использованием специальных приспособлений (рис. 9.7) под давлением жидкости 2...2,5 МПа.

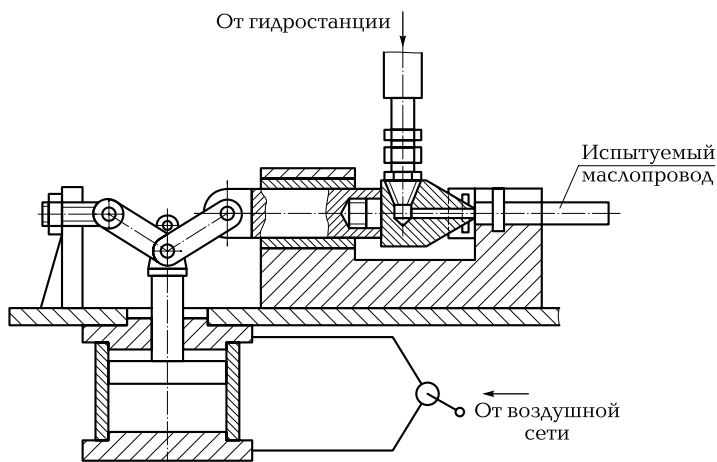


Рис. 9.7. Приспособление для испытания собранных трубопроводов на герметичность

После сборки топливомаслопроводов и их контроля на герметичность они должны быть тщательно очищены и, если это возможно, промыты. После очистки и промывки целесообразно проверить чистоту внутренних полостей, для чего через топливомаслопровод пропускают бензин и фильтруют его. Если в трубопроводе после очистки и промывки остались грязь или металлическая окалина, то они осядут на фильтровальной бумаге.

## 9.2. СБОРКА СИЛОВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЦИЛИНДРОВ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МОТОРОВ

**Силовой гидравлический цилиндр.** Силовой цилиндр состоит из двух сборочных единиц: корпуса и поршня в сборе. В этой связи технологический процесс сборки силового цилиндра включает в себя три самостоятельные операции, выполняемые отдельно:

- сборку поршня;
- сборку корпуса;
- общую сборку силового цилиндра.

**Сборку поршня** (рис. 9.8) выполняют следующим образом:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест поршня 1 и штока 2 требованиям чертежа;

- устанавливают на шток около буртика медное кольцо 3, предотвращающее прилипание поршня 1 к штоку 2;
- напрессовывают поршень 1 на шток 2 (рис. 9.8, а). При установке поршня 1 на конической шейке штока 2 (рис. 9.8, б) посадочные места предварительно притирают так, чтобы площадь поверхности контакта составляла не менее 75 % конической поверхности штока 2. Для предупреждения осевого перемещения поршня 1 его закрепляют на конической шейке штока 2 гайкой 4. В тех случаях когда поршень 1 устанавливают на резьбовой шейке штока 2, в поршне 1 и штоке 2 сверлят отверстие под стопорный винт 5 и нарезают в нем резьбу (рис. 9.8, в);

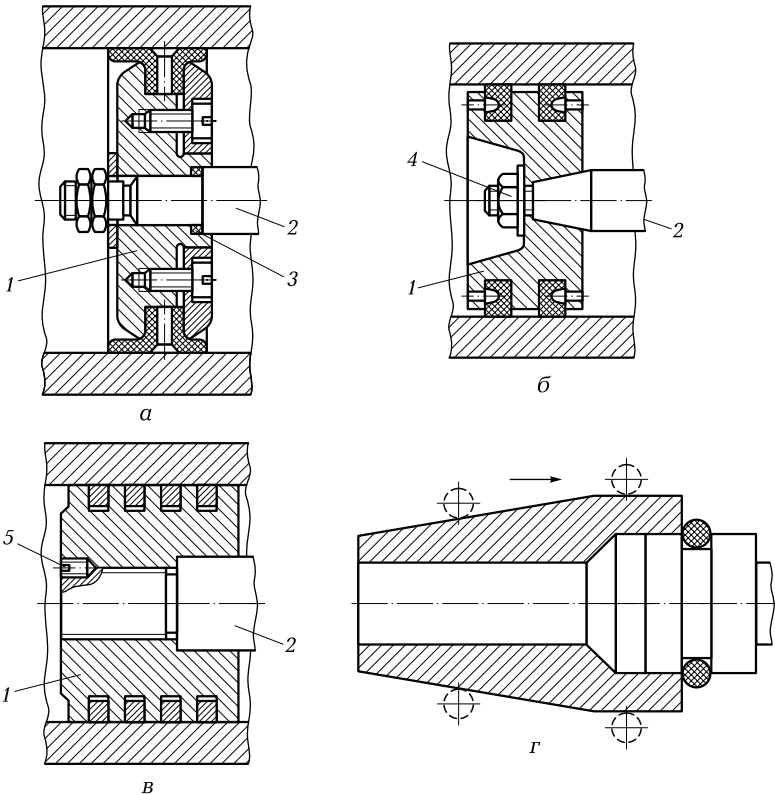


Рис. 9.8. Способы установки поршней:

а — на цилиндрической шейке штока; б — на конической шейке штока; в — на резьбовом конце штока; г — приспособление для установки поршневых колец; 1 — поршень; 2 — шток; 3 — медное кольцо; 4 — гайка; 5 — стопорный винт

- закрепляют поршень 1 на штоке 2 при помощи гайки 4 или стопорного винта 5;
- проверяют собранный поршень на радиальное биение, величина которого не должна превышать 0,02 мм на 100 мм диаметра поршня;
- устанавливают на поршень 1 уплотняющую манжету, если для уплотнения поршней применяют резиновые кольца, то их устанавливают, используя специальное приспособление (рис. 9.8, г). При уплотнении поршня чугунными поршневыми кольцами применяют специальные щипцы, с помощью которых разводят кольца, строго ограничивая величину разводки во избежание перенапряжения материала, из которого кольца изготовлены.

**Сборка силового цилиндра** сводится к выполнению технологических операций в следующей последовательности (рис. 9.9):

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест корпуса 10 силового цилиндра и фланцев 4 и 7 требованиям чертежа;
- устанавливают шпонки 11 на корпус 10 силового цилиндра;
- устанавливают на корпус 10 силового цилиндра фланцы 4 и 7, фиксируя их положение по шпонкам 11.

По окончании сборки силового цилиндра приступают к общей сборке узла гидравлического силового цилиндра.

**Общую сборку узла силового гидравлического цилиндра** (см. рис. 9.9) выполняют в следующей последовательности:

- вводят в корпус 10 силового цилиндра поршень 6 со штоком 5;

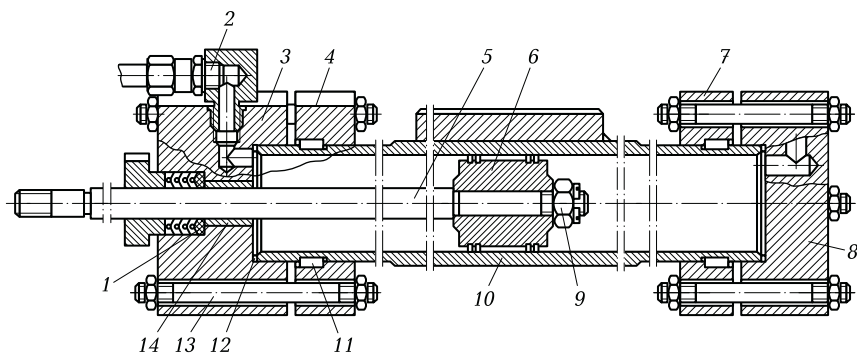


Рис. 9.9. Гидравлический силовой цилиндр:

1 — сальниковое уплотнение; 2 — штуцер; 3, 8 — крышки; 4, 7 — фланцы; 5 — шток; 6 — поршень; 9 — гайка; 10 — корпус силового цилиндра; 11 — шпонка; 12 — уплотнительное кольцо; 13 — шпилька; 14 — втулка

- ввертывают в правую крышку 8 корпуса 10 силового цилиндра штуцер (не рисунке не показан) и устанавливают прокладку;
- устанавливают правую крышку 8 на корпус 10 силового цилиндра;
- устанавливают в отверстия крышки 8 и фланца 7 шпильки;
- закрепляют крышку 8 на фланце 7, затянув гайки на шпильках;
- проверяют соответствие посадочных размеров втулки 14 требованиям чертежа;
- запрессовывают втулку 14 в отверстие левой крышки 3;
- разворачивают отверстие во втулке 14, запрессованной в крышку 3;
- ввертывают штуцер 2 в левую крышку 3;
- устанавливают уплотнительное кольцо 12 на корпусе 10 силового цилиндра;
- устанавливают на корпус 10 силового цилиндра левую крышку 3;
- устанавливают шпильки 13 в отверстия левой крышки 3 и фланца 4;
- закрепляют левую крышку 3 на фланце 4, затянув гайки на шпильках 13;
- устанавливают в отверстие левой крышки 3 сальниковое уплотнение 1 штока 5;
- ввертывают нажимную гайку в левую крышку 3 и затягивают ее;
- проверяют плавность перемещения штока 5 с поршнем 6 в корпусе 10 гидравлического силового цилиндра;
- проверяют собранный гидравлический силовой цилиндр на герметичность, прокачивая через него подогретое до 50 °С масло, при этом не должно наблюдаться утечки масла в уплотнительных кольцах 12 и сальниковых уплотнениях 1.

**Гидравлические моторы.** Гидравлические моторы служат для создания вращательного движения и представляют собой комбинацию двух насосов, один из которых является собственно насосом, а другой выполняет роль гидравлического двигателя.

Сборка аксиально-поршневого гидравлического мотора состоит из следующих операций:

- сборки вала с подшипником;
- сборки блока распределителей с центральным шипом;
- сборки вала с шатунами и центральным шипом;
- подбора пакета тарельчатых пружин;
- сборки передней крышки с уплотнением;
- сборки качающегося узла с корпусом.

**Сборку качающегося узла аксиально-поршневого гидравлического мотора** (рис. 9.10) выполняют в следующей последовательности:

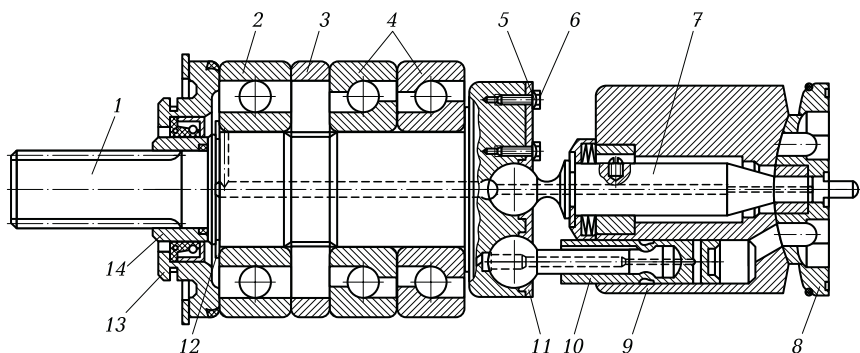


Рис. 9.10. Качающаяся часть аксиально-поршневого гидравлического мотора:

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

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест вала 1, подшипников 2 и 4 и дистанционного кольца 3 требованиям чертежа;
- напрессовывают на вал 1 два радиально-упорных подшипника 4 так, чтобы они воспринимали двухстороннюю осевую нагрузку;
- устанавливают на вал 1 дистанционное кольцо 3;
- напрессовывают на вал 1 радиальный подшипник 2 до упора в дистанционное кольцо 3;
- устанавливают стопорное кольцо 12 в кольцевую проточку вала 1;
- устанавливают предохранительную втулку 14 на вал 1 до упора в стопорное кольцо 12;
- устанавливают на втулку 14 крышку 13 с манжетным уплотнением до ее упора в радиальный подшипник 2;
- устанавливают поршни в сферические гнезда вала 1;
- устанавливают шип 7 в сферическое гнездо вала 1;
- накладывают на сферические гнезда вала 1 с установленными в них поршнями и шипом 7 прижимную пластину 11;
- устанавливают на винты 5 стопорные шайбы 6;
- закрепляют прижимную пластину 11 винтами 5 со стопорными шайбами 6;
- устанавливают на поршни шатуны 10;
- ввертывают винт в шип 7;
- устанавливают в кольцевую проточку шипа 7 стопорное кольцо, втулку с пружиной и нажимную втулку;



- устанавливают на центральный шип 7 блок цилиндров 9 так, чтобы шатуны 10 вошли в цилиндры;
- устанавливают на центральный шип 7 распределитель 8 так, чтобы его отверстия располагались в соответствии с расположением цилиндров, выполненных в блоке 9;
- устанавливают собранный узел в корпус гидравлического мотора;
- проверяют гидравлический мотор на герметичность.

### 9.3. СБОРКА НАСОСОВ

В гидравлических приводах применяют в основном два типа насосов: шестеренные и лопастные.

**Сборка шестеренного насоса** (рис. 9.11) начинается с подбора зубчатых колес. При подборе зубчатых колес особое внимание

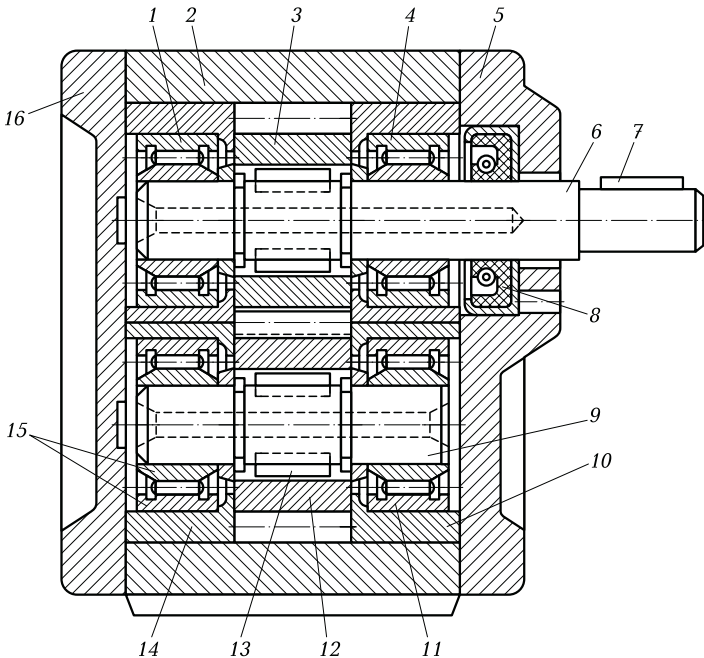


Рис. 9.11. Шестеренный насос:

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

следует обратить на точность их изготовления, так как при погрешностях зацепления объем впадин между зубьями заполняется жидкостью неполностью, следовательно, в магистраль трубопровода может попасть воздух, что, в свою очередь, может привести к нарушению нормальной работы всей системы. В этой связи зазоры в зубчатом зацеплении должны быть выдержаны в достаточно жестких пределах:

- боковой зазор в зубчатых зацеплениях с модулем 1...4 мм не должен превышать 0,2 мм, при модуле 5...7 мм — 0,3 мм, при модуле 8...10 мм — 0,4 мм;
- диаметральный зазор между зубчатыми колесами и корпусом должен находиться в пределах 0,07...0,25 мм в зависимости от модуля зубчатых колес;
- зазор между торцами зубчатых колес и вкладышами корпуса должен быть в пределах 0,4...0,8 мм.

В связи с малой величиной зазора между торцами колес и вкладышами корпуса плоскости последних должны быть тщательно обработаны и проверены методом «на краску» на контрольной плите.

Процесс сборки шестеренного насоса, изображенного на рис. 9.11, осуществляют следующим образом:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы отверстий во вкладышах 10 и 14 требованиям чертежа;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы втулки игольчатого подшипника требованиям чертежа;
- запрессовывают втулки игольчатых подшипников 1, 4, 11, 15 во вкладыши 10 и 14;
- втулки игольчатых подшипников 1, 4, 11, 15 разворачивают, восстанавливая их геометрические размеры и форму;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест на валах 6 и 9 требованиям чертежа;
- устанавливают на валах 6 и 9 шпонки 7 и 13;
- проверяют соответствие геометрических размеров и формы отверстий зубчатых колес 3 и 12 требованиям чертежа;
- устанавливают зубчатые колеса на валы;
- смазывают солидолом внутреннюю поверхность втулок игольчатых подшипников 1, 4, 11, 15, установленных во вкладыши;
- устанавливают в отверстия втулок игольчатых подшипников 1, 4, 11, 15 макетные валы;
- устанавливают ролики игольчатых подшипников 1, 4, 11, 15 в зазор между стенкой втулки и макетным валом;
- устанавливают вкладыши 10 и 14 на валах 6 и 9;

- устанавливают собранный узел в корпус 2 шестеренного насоса;
- устанавливают уплотнительную манжету 8 в крышку 5 корпуса 2 шестеренного насоса;
- устанавливают крышки 5 и 16 на корпус 2 шестеренного насоса;
- закрепляют крышки 5 и 16 на корпусе 2 шестеренного насоса винтами;
- проверяют плавность вращения зубчатых колес шестеренного насоса.

**Сборку лопастного насоса** (рис. 9.12) осуществляют в следующей последовательности:

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест корпуса 1 насоса требованиям чертежа;
- контролируют соответствие посадочных размеров распределительного диска 2 требованиям чертежа;
- устанавливают распределительный диск 2 в отверстие корпуса 1;
- проверяют соответствие посадочных размеров статора 11 требованиям чертежа;
- устанавливают статор 11 в корпус 1 лопастного насоса;

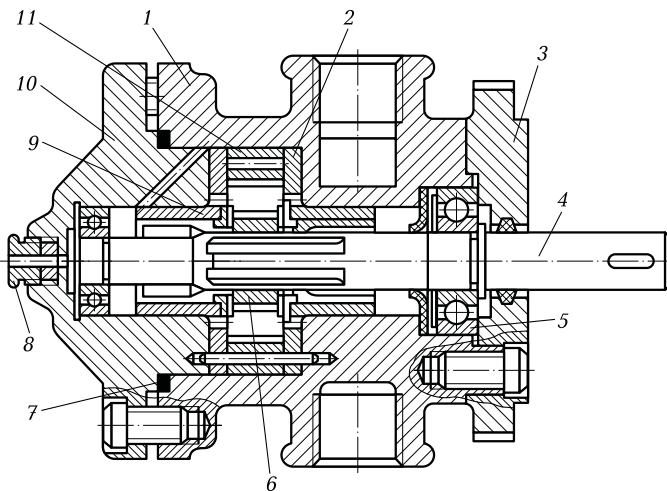


Рис. 9.12. Лопастный насос:

1 — корпус; 2 — распределительный диск; 3, 10 — крышки; 4 — вал ротора; 5 — подшипник; 6 — ротор; 7 — прокладка; 8 — штуцер; 9 — втулка; 11 — статор

- проверяют соответствие геометрических размеров и формы посадочных мест вала 4 ротора 6 требованиям чертежа;
- устанавливают на вал 4 ротора 6 правый подшипник 5;
- запрессовывают в паз вала 4 ротора 6 шпонку;
- размещают между крышкой 10 и корпусом 1 насоса прокладку 7;
- устанавливают вал 4 ротора 6 с напрессованным на валу подшипником 5 в корпус 1;
- на вал 4 надевают ротор 6, который одновременно вводят в отверстие распределительного диска 2;
- в пазы ротора 6 вводят лопасти, пригнав их предварительно по пазам (осуществляя пригонку лопастей ротора по его пазам, необходимо обеспечить величину зазора между лопастями и стенками пазов ротора в пределах 0,02...0,03 мм, а их заостренная часть должна быть направлена в сторону вращения ротора);
- устанавливают на ротор 6 второй распределительный диск с втулкой 9;
- запрессовывают на вал 4 ротора 6 левый подшипник;
- регулируют положение распределительных дисков;
- фиксируют положение распределительных дисков относительно корпуса 1 насоса штифтом;
- ввинчивают шуруц 8 в левую крышку 10;
- размещают прокладку 7 между корпусом 1 лопастного насоса и крышкой 10;
- закрепляют крышку 10 на корпусе 1 лопастного насоса винтами;
- устанавливают прокладку в правую крышку 3;
- извлекают шпонку из шпоночного паза вала 4 ротора 6;
- устанавливают правую крышку 3 на корпус 1 лопастного насоса;
- закрепляют правую крышку 3 на корпусе 1 лопастного насоса винтами;
- запрессовывают шпонку в паз вала 4 ротора 6;
- проворачивают вал ротора 6 вручную, убеждаясь в плавности и легкости его вращения.

## 9.4. МОНТАЖ АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ

Аппаратура управления гидравлическим приводом, которая включает в себя обратные, редукционные и предохранительные клапаны, дроссели, золотники, реле и краны, поступает на сборку

в готовом виде и не требует выполнения каких-либо дополнительных сборочных работ.

**Клапаны** устанавливают в систему гидравлического привода в вертикальном, горизонтальном или наклонном положениях. Чтобы избежать подсоса воздуха через сливные трубы клапанов, необходимо при их установке обеспечить плотность соединения сливных труб с клапаном.

При монтаже клапанов особое внимание следует обратить на плотность их прилегания к седлу. Плотность прилегания к седлу определяется по отсутствию утечки масла через клапан. Не менее важно проверить плотность прилегания крышки к корпусу клапана.

**Дроссель** крепят в вертикальном или горизонтальном положении при помощи винтов. Расход масла, проходящего через дроссель, регулируют при помощи лимба. У дросселя, установленного в систему гидравлического привода, проверяют, как изменяется расход масла при повороте лимба: по или против часовой стрелки. Если при повороте лимба расход масла не изменяется, то следует проверить возможность перемещения дросселя в корпусе и отсутствие перекоса пружины.

**Реле давления** устанавливают в систему гидравлического привода, выполняя соединение с конической резьбой, и после установки производят его регулирование на заданное давление путем вращения регулировочного винта.

В заданном положении регулировочный винт стопорят специальным резьбовым стопором.

**Золотники** устанавливают, как правило, в горизонтальном положении, что исключает самопроизвольное перемещение золотника при незапланированном падении давления в системе гидравлического привода.

Скорость перемещения золотника зависит от положения дросселей. В этой связи, после установки золотника необходимо произвести регулирование, изменяя положение регулирующего элемента дросселя. Если за счет этого не удастся отрегулировать время переключения золотника, то это свидетельствует о неплотном прилегании шарика к седлу, течи масла в соединении или о ненормальной работе пружины шарика.

**Краны** управления гидравлическим приводом монтируют в любом положении и закрепляют винтами на обратной стороне корпуса оборудования. Отверстия на кранах маркируют буквами: Д — подвод давления; С — сливная труба; Ц-1 и Ц-2 — подвод к цилиндру.

## 9.5. СБОРКА ФИЛЬТРОВ

Масло, поступающее в гидравлическую систему, должно быть тщательно очищено от механических примесей. Такая очистка осуществляется при помощи фильтров, которые могут устанавливаться как во всасывающей магистрали, перед насосом гидравлической системы, так и в сливной магистрали, перед сливом отработанного масла в бак. В гидравлической системе возможна установка нескольких фильтров, что существенно повышает степень очистки масла, циркулирующего в системе. При установке нескольких фильтров они располагаются как на всасывающей, так и на сливной части гидравлической системы. Очистка масла в основном осуществляется механическим путем за счет использования фильтрующих элементов.

**Сборку масляных фильтров** (рис. 9.13), применяемых в системах гидравлического привода, выполняют следующим образом:

- устанавливают опорную пятю (шайбу) 13 в крышку 5 фильтра;
- вводят ось 1 блока фильтрующих элементов (дисков) 7 и 8 в отверстие опорной пяты 13;
- надевают на ось 1 блока фильтрующих элементов уплотняющее кольцо 4, вводя его в отверстие крышки 5 фильтра;
- ввертывают нажимную гайку 3 в резьбовое отверстие крышки 5 фильтра и затягивают ее;

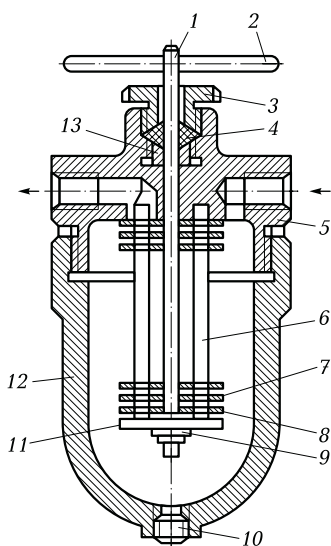


Рис. 9.13. Масляный фильтр:

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 пята

- устанавливают в крышке 5 фильтра стяжки 6 блока фильтрующих элементов 7 и 8;
- на ось и направляющие стяжки блока фильтрующих элементов надевают фильтрующие элементы 7 и 8 и нажимной диск 11;
- на ось фильтрующего блока элементов 7 и 8 помещают шайбу (на рисунке не показана) и наворачивают гайку 9;
- вводят рукоятку 2 в отверстие оси 1 блока фильтрующих элементов 7 и 8;
- затягивают блок фильтрующих элементов 7 и 8, вращая рукоятку 2, установленную в отверстии оси 1 блока фильтрующих элементов;
- ввертывают сливную пробку 10 в сливное отверстие корпуса 12 фильтра;
- размещают прокладку (на рисунке не показана) между корпусом 12 фильтра и крышкой 5;
- устанавливают крышку 5 на корпус 12 и закрепляют ее винтами (на рисунке не показано);
- проверяют собранный фильтр на герметичность.

## 9.6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА

Гидравлические испытания позволяют выполнить регулирование гидравлического привода, а также дают возможность проконтролировать элементы гидравлического привода и их деталей в отношении качества литья (наличие трещин, свищей, пор и т.д.) и сварки (непроваренные места). При гидравлических испытаниях в качестве наполняющих жидкостей используют воду, эмульсию, водный раствор хромпика, керосин, трансформаторное и дизельное масло. Возможно также проведение испытаний сжатым воздухом.

**Испытание гидравлических систем низкого давления** возможно при применении установок, работающих от цеховой пневматической сети (рис. 9.14). В этом случае поступают следующим образом:

- устанавливают сборочную единицу 2 на столе, используя прокладки, и закрепляют;
- воздух из устройства предварительно выпускают, открывая кран 1;
- включают кран 3 подачи сжатого воздуха;

- появление утечки воздуха свидетельствует о негерметичности соединения.

**Испытание элементов трубопроводных систем, имеющих небольшое сечение**, проводят на гидравлическое сопротивление и на герметичность.

*Испытания на гидравлическое сопротивление* проводят следующим образом (рис. 9.15):

- присоединяют трубопровод 3 к тройнику 2 с форсункой 1, отрегулированной на определенное давление;
- прокачивают через тройник 2 жидкость (жидкость при качественной сборке проходит не через форсунку, а через трубопровод).

**Испытание трубопроводных систем на герметичность** выполняют, в большинстве случаев, по методу «воздух в воде» (рис. 9.16), проводя испытания в следующей последовательности:

- устанавливают заглушки в отверстия сборочной единицы;
- присоединяют сборочную единицу к централизованной воздушной магистрали;
- опускают сборочную единицу в ванну с водой;
- определяют по появлению пузырьков воздуха недостаточную плотность соединения.

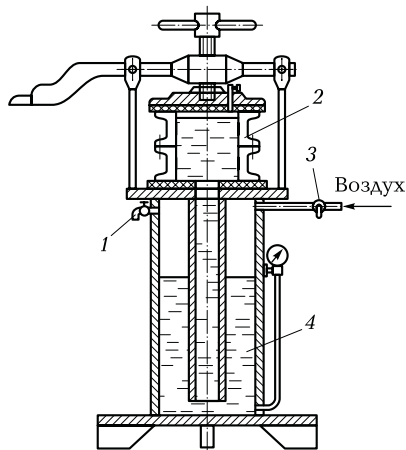


Рис. 9.14. Схема испытания на герметичность:

1 — кран выпуска воздуха; 2 — испытуемая сборочная единица; 3 — кран выпуска воздуха; 4 — резервуар



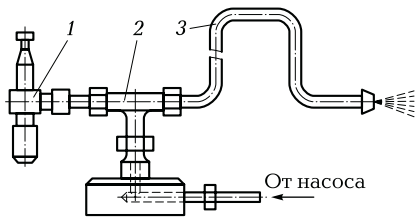


Рис. 9.15. Схема испытания трубопровода на гидравлическое сопротивление:

1 — форсунка; 2 — тройник; 3 — испытываемый трубопровод

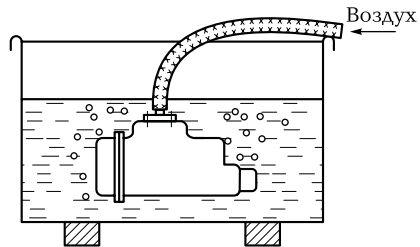


Рис. 9.16. Схема испытания сборочных единиц на герметичность сжатым воздухом

**Испытания насосов** проводят в целях определения их подачи, приведенной мощности и объемного КПД при номинальной частоте вращения с номинальным давлением (отклонение действительной частоты вращения от номинального значения не должно превышать 5 %).

Объемный КПД определяют по формуле  $\eta = Q_{п.н}/Q_0$ , где  $Q_{п.н}$  — подача насоса при номинальном давлении, м<sup>3</sup>/ч (л/с);  $Q_0$  — подача насоса при минимально возможном давлении в нагнетательной магистрали (значения обеих подач должны быть определены при одинаковой частоте вращения насоса).

Испытания проводят на испытательном стенде (рис. 9.17), на котором установлен электрический двигатель 14 для испытания насоса 13. Отходящий от насоса трубопровод 3 разветвляется на два рукава. По трубопроводам масло от насоса через кран 2 поступает в мерный бак 8, а также подводится к манометру 1. Мерный бак 8 снабжен мерной трубкой, тарированной в единицах объема. Для того чтобы при испытании масло попадало в мерный бак 8 и скапливалось там, необходимо чтобы сливные краны 5 и 11 были закрыты.

Давление, создаваемое насосом, контролируется манометром 1 также при закрытых кранах 5 и 6. Для контроля температуры гидравлической жидкости служит термометр 12. Частоту вращения электрического двигателя 14 контролируют при помощи тахометра 15.

Объемный КПД насоса проверяют в пределах максимального диапазона давлений (обычно используют давление 2...6 МПа). При определении объемного КПД температура гидравлической жидко-

сти в системе должна находиться в пределах  $40 \dots 50 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температуру регулируют, охлаждая (при помощи змеевика 10) или нагревая (при помощи нагревательного элемента 16) гидравлическую жидкость в баке испытательного стенда.

О наличии различных неисправностей в насосе свидетельствует шум во время его работы, неравномерность подачи рабочей жидкости, утечка жидкости через уплотнения.

Шум во время работы насоса вызывает, как правило, некачественная сборка (оси вращения деталей насоса не соосны, зазоры в сопряжениях велики, впадины между зубьями шестеренного насоса заполняются не полностью, лопатки лопастных насосов заедают в пазах ротора насоса). Устранение таких неисправностей требует разборки и повторной сборки насоса с устранением выявленных неисправностей.

Снижение давления в насосе вызывается в основном засасыванием им воздуха. Происходит это из-за негерметичности уплотнений, в этом случае следует подтянуть уплотнения всасывающего

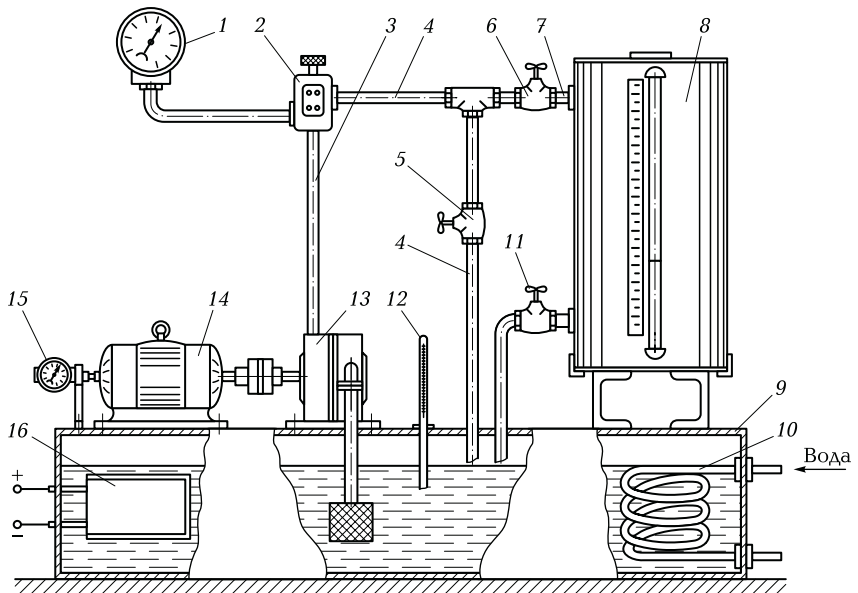


Рис. 9.17. Схема стенда для испытания насосов:

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 — нагревательный элемент

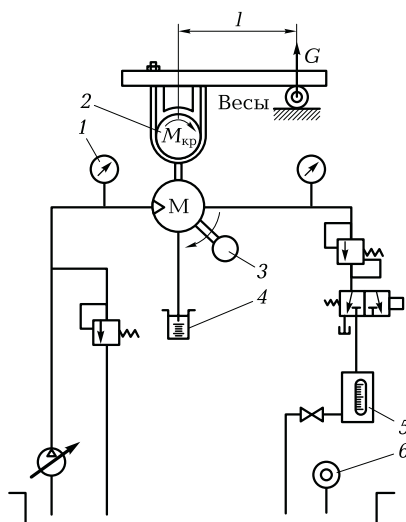


Рис. 9.18. Схема стенда для испытания гидравлических моторов:

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  $M_{кр}$

патрубка. В случае утечки масла из насоса необходимо заменить уплотняющие детали.

**Испытание гидравлических моторов** включает в себя обязательный контроль подачи, приводной мощности, объемного и общего КПД, рабочего объема, давления, массы гидравлического мотора.

Стенд для испытаний (рис. 9.18), оборудованный контрольно-измерительными приборами, обеспечивает снятие характеристик. Кроме того, стенд снабжен системой предохранения гидравлического мотора от перегрузок, устройствами для фильтрации гидравлической жидкости и стабилизации ее температуры, а также рядом других устройств.

При проведении испытаний гидравлических моторов необходимо выполнять следующие требования:

- измерения производить только при устоявшемся тепловом режиме;
- отсчеты по всем приборам для каждого измерения производить одновременно;
- осуществлять постоянный контроль за состоянием гидравлической жидкости;

- отклонение температуры гидравлической жидкости от заданного значения не должно превышать  $2^{\circ}\text{C}$ ;
- отклонение действительной частоты вращения гидравлического мотора от номинального не должно превышать 5 %;
- действительным значением измеряемого параметра следует считать среднее арифметическое значение по результатам не менее трех измерений.

Давление в системе определяется по манометру 1. Погрешность измерения в этом случае не должна превышать 0,5 %. Частоту вращения гидравлического мотора измеряют тахометром 3.

Для измерения расхода гидравлической жидкости служат расходомеры (на рисунке не показаны) или мерный бак 5.

Для определения крутящего момента при испытаниях используют мотор-весы 2 или специальные динамометры (на рисунке не показаны). Погрешность измерения крутящего момента не должна превышать 0,5 %.

**Испытания гидравлических силовых цилиндров** осуществляются на стенде, схема которого изображена на рис. 9.19, а. Во время испытаний определяют утечки в конечном и среднем положениях поршня силового цилиндра при давлении, составляющем не менее 1,25 номинального. Испытания проводят на второй минуте после остановки поршня и стабилизации давления. Время измерения утечек в каждом положении — не менее 2 мин.

Постепенно подавая гидравлическую жидкость в одну из полостей силового цилиндра при постепенном увеличении давления до величины, необходимой для начала движения поршня, определяют значение последней. Давление холостого хода определяют в момент начала движения поршня.

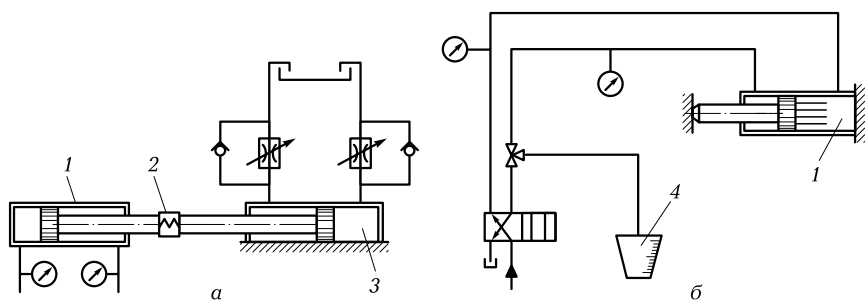


Рис. 9.19. Стенд для испытания гидравлических силовых цилиндров: а — схема стенда; б — схема определения утечки; 1 — силовой цилиндр; 2 — динамометр; 3 — нагруженный цилиндр; 4 — емкость

При снятии рабочих характеристик силовой гидравлический цилиндр 1, подлежащий испытаниям, соединяют через динамометр 2 с нагрузочным цилиндром 3. По динамометру 2 определяют тяговое усилие испытываемого силового цилиндра 1.

При проверке герметичности гидравлического силового цилиндра 1 шток его поршня упирают в жесткую опору, увеличивая давление в цилиндре до 6 МПа (давление контролируют при помощи манометров). Величину утечки определяют по количеству жидкости в емкости 4 (рис. 9.19, б). Утечка, как правило, не должна превышать  $0,1D, \text{ см}^3/\text{с}$ , где  $D$  — диаметр цилиндра, см.

## 9.7. СБОРКА ЭЛЕМЕНТОВ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРИВОДА

Пневматические приводы достаточно широко применяют при механизации технологических процессов и их автоматизации. Рабочим телом в системе пневматического привода является сжатый воздух, подаваемый к исполнительным механизмам под давлением. В большинстве случаев системы пневматического привода работают от централизованной сети сжатого воздуха. Поэтому основной задачей сборщика при монтаже пневматического оборудования является установка систем очистки воздуха от механических примесей и устройств, позволяющих вводить в поток сжатого воздуха, подаваемого от центральной магистрали, смазывающие вещества, т. е. сборка и монтаж устройств очистки воздуха и распыления масла.

Установка этих устройств осуществляется так же, как и установка любых других элементов пневматического и гидравлического оборудования, т. е. путем их монтажа в сеть трубопроводов с помощью резьбовых соединений.

**Сборку фильтра-влагоотделителя** (рис. 9.20) осуществляют в следующей последовательности:

- ввертывают в крышку 1 фильтра-влагоотделителя шпильку 2;
- помещают отражатель 11 на уступе крышки 1 фильтра-влагоотделителя;
- устанавливают одновременно на отражатель 11 и шпильку 2 металлокерамический фильтр 5;
- устанавливают заслонку 7 на шпильку 2;
- наворачивают и затягивают гайку 8 на шпильке 2, обеспечивая закрепление на крышке 1 фильтра-влагоотделителя отражателя 11, металлокерамического фильтра 5 и заслонки 7;

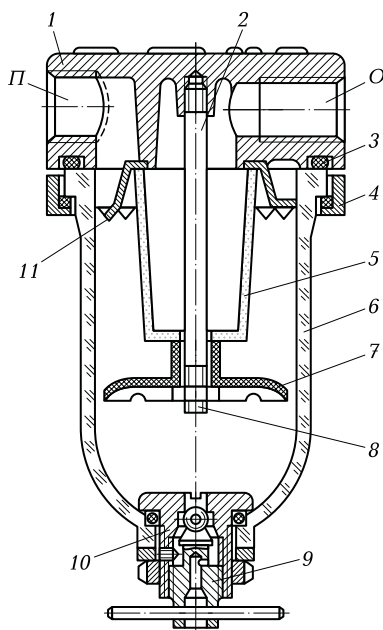


Рис. 9.20. Фильтр-влажнотделитель:

1 — крышка; 2 — шпилька; 3 — прокладка; 4 — фланец; 5 — металлокерамический фильтр; 6 — корпус (стакан); 7 — заслонка; 8 — гайка; 9 — шариковый клапан; 10 — сливная пробка; 11 — отражатель; О, П — отверстия

- устанавливают уплотнительную прокладку 3 в крышку 1 фильтра-влажнотделителя;
- помещают шариковый клапан 9 в сливную пробку 10 корпуса 6 фильтра-влажнотделителя;
- ввертывают регулятор запорного клапана в сливную пробку корпуса 6 фильтра-влажнотделителя и фиксируют положение регулятора винтом;
- устанавливают уплотнительное кольцо в проточку нижней части корпуса 6 фильтра-влажнотделителя;
- вводят сливную пробку 10 с шариковым клапаном 9 в сливное отверстие корпуса 6 фильтра-влажнотделителя;
- устанавливают уплотнительную прокладку на сливную пробку 10 и корпус 6 фильтра-влажнотделителя;
- закрепляют сливную пробку 10 в корпусе 6 фильтра-влажнотделителя гайкой;
- устанавливают уплотнительную манжету во фланец 4;

- устанавливают фланец 4 на уступе корпуса 6 фильтра-влажнителя;
- закрывают крышкой 1 корпус 6 фильтра-влажнителя;
- поворачивают фланец 4 относительно корпуса 6 фильтра-влажнителя так, чтобы крепежные отверстия в крышке 1 и фланце 4 совпали;
- устанавливают крепежные болты в отверстия крышки 1 и фланца 4 фильтра-влажнителя;
- затягивают болты крепления фланца 4 и крышки 1 фильтра-влажнителя;
- проверяют герметичность собранного фильтра-влажнителя;
- проверяют работу запорного клапана сливной пробки 10 фильтра-влажнителя.

**Сборку маслораспылителя** (рис. 9.21), обеспечивающего подачу смазки в поток сжатого воздуха, осуществляют с соблюдением последовательности выполнения работ, приведенной далее:

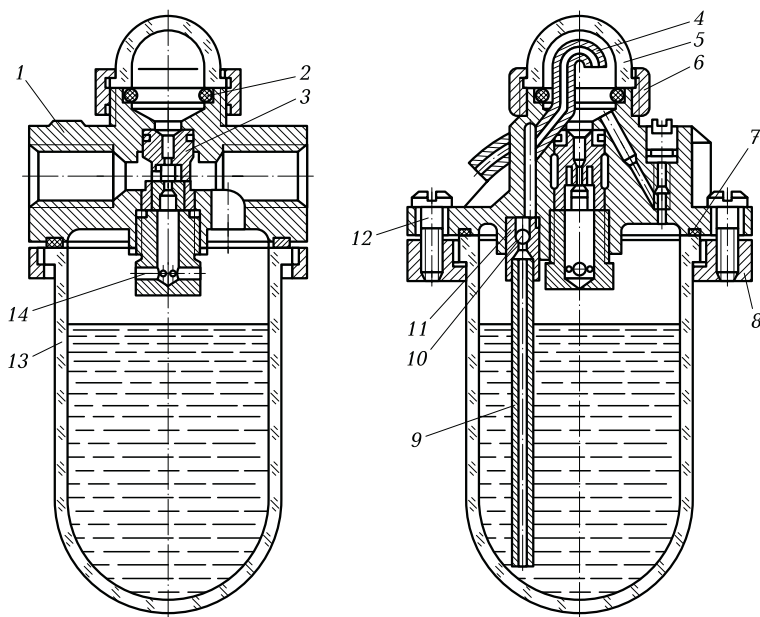


Рис. 9.21. Маслораспылитель (два взаимно-перпендикулярных сечения):  
 1 — крышка; 2, 7 — прокладки; 3 — дроссели; 4, 9 — трубки; 5 — колпачок; 6 — накидная гайка; 8 — фланец; 10 — шарик; 11 — шариковый клапан; 12 — крепежный винт; 13 — корпус; 14 — пробка-распылитель

- запрессовывают трубку 9 в корпус шарикового клапана 11;
- устанавливают шарик 10 в корпус шарикового клапана 11;
- запрессовывают шариковый клапан в сборе в крышку 1 маслораспылителя;
- устанавливают дроссель 3 в крышку 1 маслораспылителя;
- запрессовывают трубку 4 в крышку 1 маслораспылителя;
- ввертывают пробку-распылитель 14 с отверстиями для подвода воздуха в крышку 1 маслораспылителя;
- устанавливают прокладку 2 уплотнения смесительной камеры на крышку 1 маслораспылителя;
- устанавливают колпачок 5 смесительной камеры на крышку 1 маслораспылителя;
- закрепляют колпачок 5 смесительной камеры на крышке 1 маслораспылителя накидной гайкой 6;
- устанавливают уплотнительную прокладку 7 в проточку крышки 1 маслораспылителя;
- помещают крышку 1 на корпус 13 маслораспылителя;
- во фланец 8 устанавливают прокладку (на рисунке не показана);
- накладывают фланец 8 на корпус 13 маслораспылителя так, чтобы совпали крепежные отверстия во фланце 8 и крышке 1;
- устанавливают крепежные винты 12 в отверстиях крышки 1 и фланца 8 маслораспылителя;
- затягивают крепежные винты 12;
- проверяют собранный маслораспылитель на герметичность.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

---

1. За счет чего обеспечивается очистка масла в фильтре?
2. Почему наиболее широкое применение в гидравлическом приводе получили шестеренные насосы?
3. С помощью каких устройств осуществляется изменение скорости движения исполнительного механизма в системе гидравлического привода?
4. От чего зависит выбор способа уплотнения элементов гидравлического привода?
5. В каких случаях целесообразно устанавливать в систему гидравлического привода два фильтра последовательно?
6. С какой целью проводят испытания насосов и силовых гидравлических цилиндров перед их установкой в систему гидравлического привода?
7. Почему необходима предварительная очистка сжатого воздуха и его насыщение маслом перед подачей в систему пневматического привода?



# СТРОПОВКА И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГРУЗОВ

## 10.1. СТРОПОВКА ГРУЗОВ

Способы строповки грузов, крепления их к грузозахватным устройствам и выполнения узлов отличаются большим разнообразием.

При связывании канатов из синтетических материалов узлом его наружные волокна нагружаются больше, чем в прямом канате (без узлов), вследствие чего прочность каната уменьшается. Относительное разрывное усилие канатов при различных способах связывания узлов и крепления их к грузозахватным устройствам приведено на рис. 10.1.

Способы строповки выбирают в зависимости от конструкции и массы груза:

- одинарный крюковой узел (рис. 10.2, *а*) применяют для временного крепления к крюку грузов небольшой массы при использовании каната из синтетических волокон, при этом петля проходит поперек крюка под рабочей ветвью каната;
- двойной крюковой узел (рис. 10.2, *б*) применяют в тех же случаях, что и одинарный, но он обладает большей надежностью;
- морской двойной узел (рис. 10.2, *в*) обеспечивает выполнение непроскальзывающей проушины или комплекта петель, фиксирующих груз;
- морской узел на петле (рис. 10.2, *г*) позволяет изготавливать комплект двойных проушин;
- связку «Каррик» (рис. 10.2, *г*) применяют для соединения двух частей каната и выполняют следующим образом:  
на конце одного каната выполняют петлю со свободным концом и рабочей ветвью;

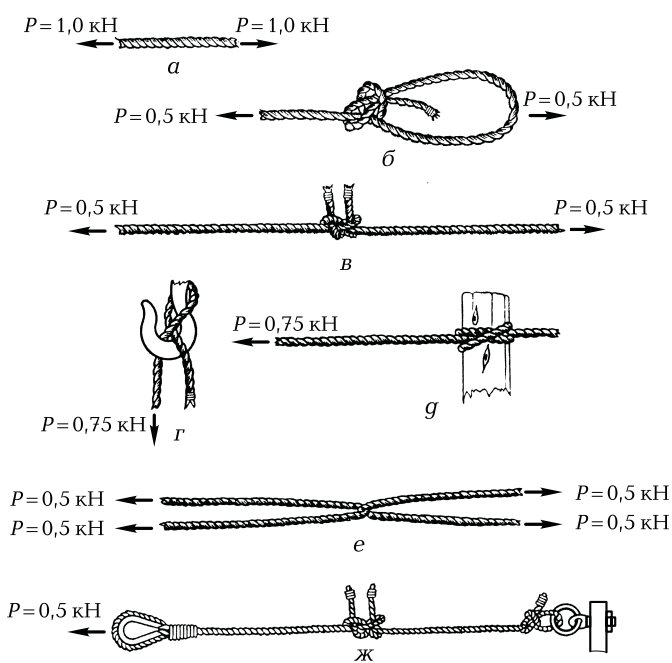


Рис. 10.1. Относительное разрывное усилие каната:

*а* — прямого отрезка каната; *б* — узла с петлей; *в* — связки; *г* — петли на крюке; *д* — петли на стойке; *е* — соединения с перегибом; *ж* — с узлами и связками

второй канат располагают рядом с петлей и пропускают его сначала под свободным концом первого каната, а затем под рабочей ветвью первого каната и над левой стороной петли; располагают свободный конец второго каната над правой стороной петли;

затягивают узел;

закрепляют концы каната на рабочих ветвях;

- крюковой узел «Кэтспоу» (рис. 10.2, е) применяют для крепления каната к крюку, он обеспечивает самопроизвольное развязывание при снятии с крюка. Выполняют этот узел следующим образом:

образуют на канате две петли и скручивают их, как минимум, на три оборота;

соединяют скрученные петли и надевают их на крюк;

- выбленочный узел (рис. 10.2, ж) применяют при креплении деталей цилиндрической формы, завязывая узел за счет образования двух петель вокруг цилиндрической детали;

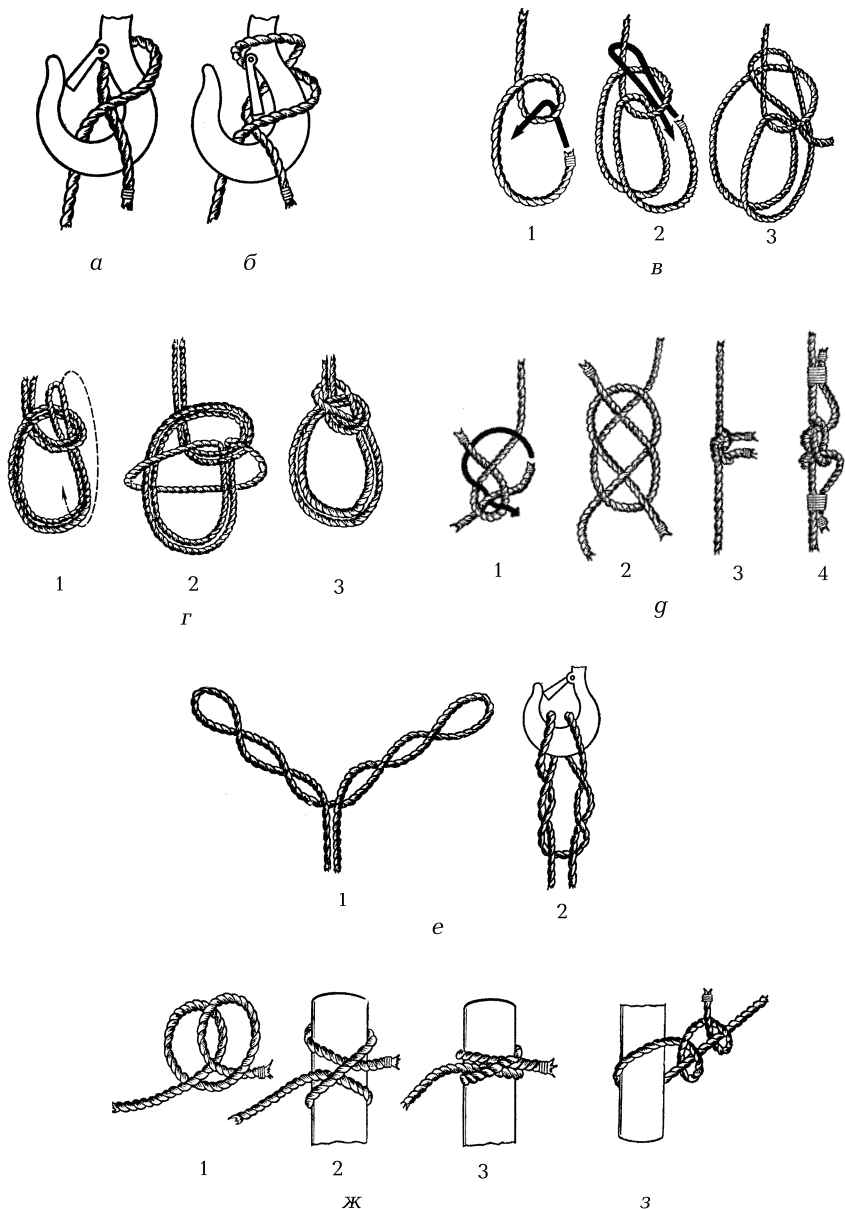


Рис. 10.2. Способы строповки грузов, выполнение узлов и связок:

*а* — одинарный крюковой узел; *б* — двойной крюковой узел; *в* — морской двойной узел; *г* — морской узел на петле; *г* — связка «Каррик»; *е* — крюковой узел «Кэт-споу»; *ж* — выбленочный узел; *з* — штыковой узел; 1—4 — последовательность выполнения узлов

- штыковой узел (витком с двумя полуузлами) (рис. 10.2, з) применяют при подъеме грузов круглого или прямоугольного поперечного сечения, выдерживает большие нагрузки.

## 10.2. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГРУЗОВ

Сигналы на поднятие, опускание и перемещение грузов подаются крановщику, строповщику и лицам, ведущим наблюдение за перемещением грузов, движениями кисти правой руки (рис. 10.3).

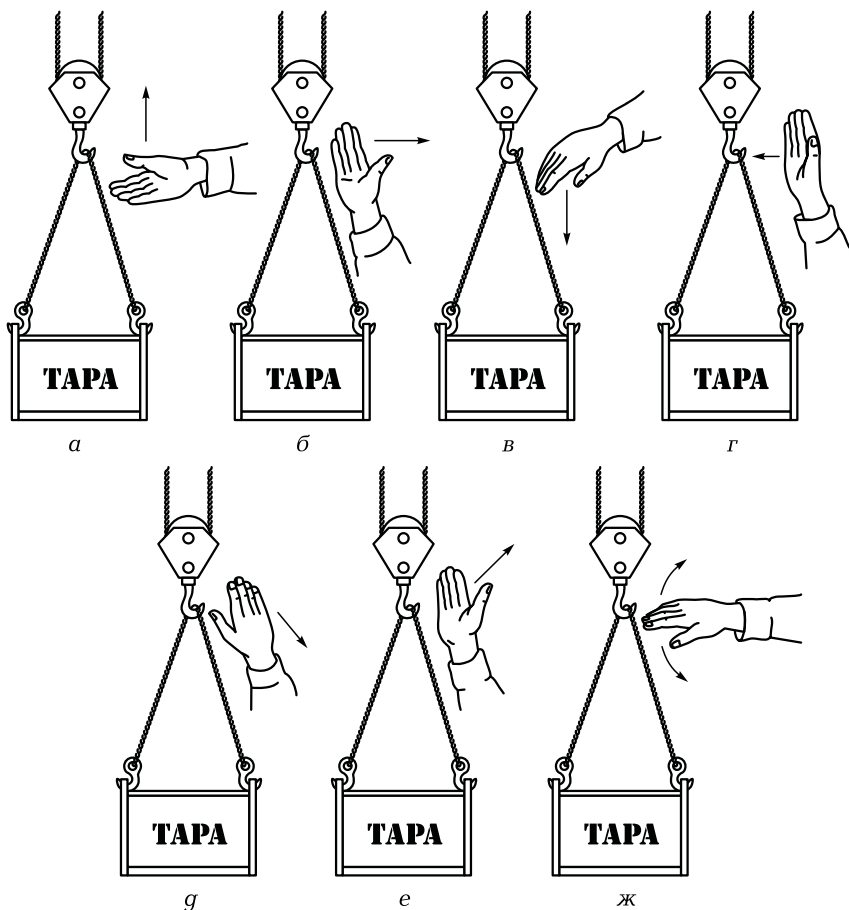


Рис. 10.3. Приемы ручной сигнализации подъема и опускания грузов: а — вверх; б — вправо; в — вниз; г — влево; д — вперед (от себя); е — назад (на себя); ж — стоп (движение вправо и влево на уровне пояса)

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ И ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

---

Разрешение на эксплуатацию грузоподъемных устройств выдают специалисты, которые осуществляют надзор за грузоподъемными машинами на предприятии. До начала эксплуатации грузоподъемные машины, а также съёмные грузоподъемные 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 машин, кранов, передвигающихся по рельсовым путям, электрических тележек, электрических и ручных талей, лебедок для подъема груза устанавливается один раз в три года.

Кроме полного освидетельствования грузоподъемные машины не реже одного раза в год должны подвергаться частичному техническому освидетельствованию, при котором испытания не проводятся.

Внеочередное полное техническое освидетельствование должно проводиться после установки грузоподъемного устройства на новое рабочее место; реконструкции грузоподъемного устройства, связанной с заменой привода, удлинением стрелы, увеличением высоты подъема груза, усилением крана для увеличения 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.

Съёмные грузозахватные приспособления (стропы, цепи, клещевые захваты и др.) должны подвергаться осмотру и испытанию под нагрузкой, в 1,25 раза превышающей номинальную грузоподъемность. В процессе испытаний съёмные 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 допускаемых обрывов на длине одного шага свивки каната.

Шаг свивки каната определяют следующим образом. Измеряют диаметр каната. На поверхность какой-либо пряжи наносят метку, от которой отсчитывают вдоль центральной оси каната столько прядей, сколько их имеется в поперечном сечении каната, на следующую прядь каната наносят еще одну метку, расстояние между метками соответствует шагу свивки каната.

Поднимать груз необходимо плавно, без рывков, раскачивания и закручивания строп. Последовательность выполнения работ при этом следующая:

- поднять груз на высоту не более 300 мм;
- опустить груз на 100 мм 2 — 3 раза, проверяя надежность работы тормозов, устойчивость грузоподъемного механизма, правильность строповки и равномерность натяжения строп;
- поднять груз на требуемую высоту.

При выполнении работ, связанных с применением грузоподъемных устройств, категорически запрещается:

- поднимать замерзший, засыпанный или защемленный груз;
- поднимать грузы при наклонном положении полиспаста с жестким креплением верхнего блока;
- поднимать или опускать одновременно два груза, находящихся в непосредственной близости друг от друга.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

---

1. От чего зависит выбор способа строповки перемещаемого груза?
2. Каким образом осуществляется управление перемещением грузов?
3. С какой периодичностью необходимо проводить освидетельствование грузоподъемного оборудования и такелажной оснастки?

# ИСПЫТАНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

## 11.1. ИСПЫТАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

По окончании сборки необходимо определить ее качество: точность сборки отдельных узлов, их взаимное положение и перемещение; жесткость отдельных узлов оборудования.

Испытания оборудования проводят в три этапа:

- проверка геометрической точности;
- испытания на холостом ходу;
- испытания под нагрузкой.

Рассмотрим порядок проведения испытаний технологического оборудования на примере универсальных металлорежущих станков — токарного и консольно-фрезерного.

**Проверка геометрической точности токарного станка.** При проверке токарного станка на геометрическую точность контролю подлежат следующие параметры:

- прямолинейность направляющих;
- параллельность направляющих;
- радиальное биение шпинделя;
- осевое биение шпинделя;
- параллельность оси шпинделя направляющим станины;
- параллельность перемещения пиноли задней бабки направляющим станины;
- совпадение осей шпинделя и пиноли задней бабки.

**Прямолинейность направляющих** оценивают следующим образом:

- устанавливают на направляющие около передней бабки универсальный измерительный мостик с расположенным на нем

рамным уровнем (уровень следует установить перпендикулярно направляющим);

- перемещают измерительный мостик по направляющим в направлении задней бабки;
- фиксируют в процессе перемещения измерительного мостика максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора от нулевого положения;
- определяют величину отклонения направляющих от параллельности как половину разности между максимальным и минимальным отклонением стрелок отсчетных устройств индикаторов;
- сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку, оценивая ее качество.

**Параллельность направляющих** контролируют в следующей последовательности:

- устанавливают на направляющие станины около передней бабки универсальный измерительный мостик с расположенным на нем рамным уровнем (уровень на измерительном мостике устанавливают перпендикулярно направляющим);
- перемещают универсальный измерительный мостик по направляющим от передней бабки станка к задней;
- фиксируют максимальное и минимальное отклонения стрелок индикаторов, установленных на измерительном мостике, от нулевого положения;
- определяют величину отклонения от параллельности направляющих по разности между максимальным и минимальным отклонением стрелок отсчетных устройств индикаторов и сравнивают ее с требованиями технических условий на сборку, оценивая ее качество.

**Контроль радиального биения шпинделя** выполняют в следующей последовательности:

- устанавливают в отверстие шпинделя эталонную деталь;
- размещают на направляющих станины или в резцедержателе индикаторную стойку с установленным в ней индикатором часового типа;
- приводят в соприкосновение с эталонной деталью измерительную ножку индикатора и сообщают стрелке отсчетного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают стрелку отсчетного устройства индикатора в нулевое положение;
- проворачивают шпиндель станка, фиксируя максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора от нулевого положения;



- определяют величину радиального биения шпинделя по разности между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;
- сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку, оценивая ее качество.

**Проверку осевого биения шпинделя** осуществляют следующим образом:

- устанавливают индикаторную стойку с закрепленным в ней индикатором часового типа на станине станка или в его резцедержателе;
- приводят в соприкосновение с торцевой поверхностью шпинделя измерительную ножку отсчетного устройства индикатора часового типа, придав при этом стрелке натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора в нулевое положение;
- поворачивают шпиндель на  $360^\circ$ , фиксируя при этом максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;
- определяют величину осевого биения шпинделя по разности между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;
- сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку и оценивают ее качество.

**Проверку параллельности оси шпинделя направляющим станины** выполняют в следующей последовательности:

- устанавливают в шпиндель станка эталонный вал длиной 350 мм;
- закрепляют в резцедержателе станка индикаторную стойку с установленным в ней индикатором часового типа;
- приводят в соприкосновение с образующей поверхностью эталонного вала в вертикальной плоскости измерительную ножку индикатора, сообщая при этом измерительному устройству индикатора натяг на 2—3 оборота и устанавливая его в нулевое положение;
- перемещают индикаторную стойку вдоль эталонного вала, фиксируя максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства;
- определяют разность между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства;
- приводят в соприкосновение с образующей поверхностью эталонного вала в горизонтальной плоскости измерительную ножку индикатора, сообщая при этом измерительному устройству

индикатора натяг на 2—3 оборота и устанавливая его в нулевое положение;

- перемещают индикаторную стойку вдоль вала, фиксируя максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства;
- определяют разность между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства;
- сравнивают полученные результаты при измерениях с требованиями технических условий на сборку и оценивают ее качество.

**Проверку параллельности перемещения пиноли задней бабки направляющим станины** выполняют следующим образом:

- устанавливают пиноль задней бабки в корпусе в крайнее правое положение;
- устанавливают в резцедержателе станка индикаторную стойку с закрепленным в ней индикатором часового типа;
- приводят в соприкосновение с образующей поверхностью пиноли в вертикальной плоскости измерительную ножку индикатора, придав измерительному устройству индикатора натяг на 2—3 оборота и установив его в нулевое положение;
- выдвигают пиноль из отверстия корпуса задней бабки на 100 мм;
- фиксируют максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;
- возвращают пиноль задней бабки в исходное положение;
- приводят в соприкосновение с образующей поверхностью пиноли в горизонтальной плоскости измерительную ножку индикатора, придав измерительному устройству индикатора натяг на 2—3 оборота и установив отсчетное устройство в нулевое положение;
- выдвигают пиноль из отверстия задней бабки на 100 мм;
- фиксируют максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;
- возвращают пиноль в исходное положение;
- сравнивают полученные при измерениях в вертикальной и горизонтальной плоскостях результаты с требованиями технических условий на сборку;
- оценивают качество сборки.

**Проверку совпадения осей отверстий шпинделя и пиноли задней бабки** производят следующим образом:

- устанавливают жесткие центры в конические отверстия шпинделя и пиноли задней бабки;

- размещают в жестких центрах эталонный вал;
- устанавливают в резцедержателе станка индикаторную стойку с закрепленным в ней индикатором часового типа;
- приводят в соприкосновение с образующей поверхностью эталонного вала измерительную ножку индикатора, сообщая отсчетному устройству индикатора натяг на 2—3 оборота и устанавливая его в нулевое положение;
- перемещают резцедержатель с установленной в нем индикаторной стойкой вдоль образующей поверхности эталонного вала;
- фиксируют максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;
- определяют разность между этими отклонениями и по полученному результату оценивают соответствие отклонения осей отверстий шпинделя и пиноли задней бабки требованиям технических условий на сборку.

**Проверка геометрической точности фрезерного станка.** При проверке точности фрезерного станка контролируют следующие параметры:

- 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 и поперечного перемещения;
- параллельность оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола (для горизонтально-фрезерных станков);
- параллельность направляющих хобота оси вращения шпинделя (для горизонтально-фрезерных станков);
- перпендикулярность оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола (для вертикально-фрезерных станков);
- перпендикулярность рабочей поверхности стола направлению вертикального перемещения консоли.

**Плоскостность рабочей поверхности стола** контролируют в следующей последовательности:

- размещают на поверхности стола две калиброванные плитки одинаковой высоты;
- устанавливают на калиброванные плитки контрольную линейку;
- измеряют расстояние от линейки до поверхности стола не менее чем в трех точках, используя блок концевых мер длины и щуп (расстояние от линейки до поверхности стола измеряют последовательно, располагая линейку вдоль стола, поперек стола и по диагонали);

- оценивают по результатам проведенных измерений отклонение рабочей поверхности стола от плоскостности;
- сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку.

**Радиальное биение оси конического отверстия шпинделя** контролируют следующим образом:

- устанавливают в коническое отверстие шпинделя эталонную оправку длиной 300 мм;
- размещают на рабочей поверхности стола индикаторную стойку с установленным в ней индикатором часового типа;
- приводят в соприкосновение с образующей поверхностью эталонной оправки измерительную ножку индикатора;
- сообщают стрелке измерительного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора в нулевое положение;
- проворачивают шпиндель станка вручную, фиксируя максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора (измерения производят в двух точках: у торца шпинделя и у свободного конца оправки);
- определяют величину радиального биения оси конического отверстия шпинделя по разности между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;
- сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку и оценивают ее качество.

**Радиальное биение наружной цилиндрической посадочной поверхности переднего конца шпинделя** контролируют в следующей последовательности:

- устанавливают на рабочей поверхности стола индикаторную стойку с закрепленным в ней индикатором часового типа;
- приводят в соприкосновение с наружной посадочной поверхностью переднего конца шпинделя измерительную ножку индикатора;
- сообщают стрелке отсчетного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора в нулевое положение;
- проворачивают шпиндель вручную, фиксируя максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;
- определяют величину радиального биения наружной цилиндрической посадочной поверхности шпинделя по разности между

максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;

- сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку и оценивают ее качество.

**Параллельность рабочей поверхности стола направлению его продольного перемещения** контролируют следующим образом:

- устанавливают в шпинделе станка специальную оправку с закрепленным на ней индикатором часового типа;
- стопорят консоль станка на станине;
- стопорят салазки станка на консоли;
- приводят в соприкосновение с рабочей поверхностью стола измерительную ножку индикатора;
- сообщают стрелке отсчетного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора в нулевое положение;
- перемещают стол станка в продольном направлении на всю длину его хода, фиксируя максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;
- определяют отклонение от параллельности рабочей поверхности стола направлению его продольного перемещения как разность между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;
- сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку и определяют ее качество, корректируя, в случае необходимости, положение стола.

**Параллельность рабочей поверхности стола направлению его поперечного перемещения** контролируют следующим образом:

- устанавливают в коническое отверстие шпинделя специальную оправку с закрепленным на ней индикатором часового типа;
- стопорят консоль на направляющих станины;
- стопорят стол на направляющих салазках;
- приводят в соприкосновение с рабочей поверхностью стола измерительную ножку индикатора;
- сообщают стрелке отсчетного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора в нулевое положение;
- перемещают салазки с установленным и застопоренным столом в поперечном направлении на всю длину хода, фиксируя при

этом максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;

- определяют отклонение от параллельности рабочей поверхности стола направлению его поперечной подачи по разности между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;
- сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку и оценивают ее качество.

**Параллельность оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола** (для горизонтально-фрезерных станков) контролируют следующим образом:

- устанавливают в коническое отверстие шпинделя контрольную оправку;
- стопорят консоль на станине;
- стопорят салазки на консоли;
- размещают на рабочей поверхности стола индикаторную стойку с закрепленным в ней индикатором часового типа;
- приводят в соприкосновение с контрольной оправкой измерительную ножку индикатора;
- сообщают стрелке отсчетного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора в нулевое положение;
- перемещают стол в продольном направлении, фиксируя максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;
- определяют величину отклонения оси вращения шпинделя от параллельности рабочей поверхности стола по разности между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;
- поворачивают шпиндель станка на  $180^\circ$  и вновь определяют величину отклонения от параллельности оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола;
- сравнивают полученные результаты с требованиями технических условий на сборку и оценивают ее качество.

**Параллельность направляющих хобота оси вращения шпинделя** (для горизонтально-фрезерных станков) контролируют следующим образом:

- устанавливают контрольную оправку в коническое отверстие шпинделя станка;
- размещают на направляющих хобота ползушку с установленным на ней индикатором часового типа;

- приводят в соприкосновение с образующей поверхностью оправки измерительную ножку индикатора;
- сообщают стрелке отсчетного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора в нулевое положение;
- перемещают ползушку по направляющим хобота, фиксируя максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;
- определяют величину отклонения от параллельности направляющих хобота оси вращения шпинделя по разности между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;
- поворачивают шпиндель на 180° и вновь определяют величину отклонения от параллельности направляющих хобота оси вращения шпинделя;
- полученные результаты сравнивают с требованиями технических условий на сборку и определяют ее качество, производя, в случае необходимости, подналадку.

***Перпендикулярность оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола*** (для вертикально-фрезерных станков) контролируют в следующей последовательности:

- устанавливают в конической отверстии шпинделя станка специальную оправку с индикаторной стойкой и закрепленным в ней индикатором часового типа;
- стопорят консоль на направляющих станины;
- стопорят салазки на направляющих консоли;
- приводят в соприкосновение с рабочей поверхностью стола измерительную ножку индикатора;
- сообщают стрелке отсчетного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора в нулевое положение;
- поворачивают ручную шпиндель станка на 360°, фиксируя максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;
- определяют величину отклонения от перпендикулярности оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола по разности между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;
- сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку и оценивают ее качество.

**Перпендикулярность рабочей поверхности стола направлению вертикального перемещения консоли** контролируют следующим образом:

- устанавливают в шпинделе станка специальную оправку с индикаторной стойкой и закрепленным в ней индикатором часового типа;
- стопорят салазки на направляющих консоли;
- стопорят стол на направляющих салазок;
- устанавливают угольник на рабочей поверхности стола станка (угольник устанавливают, располагая его сначала вдоль, а затем поперек стола);
- приводят в соприкосновение с вертикальной полкой угольника измерительную ножку индикатора;
- сообщают стрелке отсчетного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора в нулевое положение;
- перемещают консоль по направляющим станины, фиксируя максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора;
- определяют величину отклонения от перпендикулярности рабочей поверхности стола направлению вертикального перемещения консоли по разности между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;
- сравнивают полученный результат с требованиями технических условий на сборку и определяют ее качество.

После проверки геометрической точности оборудования приступают к его испытаниям на холостом ходу и под нагрузкой.

**Испытания оборудования на холостом ходу.** В ходе этих испытаний проверяют взаимодействие основных узлов и механизмов оборудования в процессе его работы.

Перед тем как приступить к испытаниям оборудования на холостом ходу, необходимо проверить состояние гидравлического и пневматического приводов, а также защитного заземления. Кроме того, проверяют комплектность и готовность механической части оборудования.

Перед началом испытаний необходимо проверить наличие смазки в узлах с движущимися частями (зубчатые передачи, муфты, подшипниковые опоры, направляющие); легкость и плавность вращения узлов; затяжку резьбовых соединений; надежность и прочность закрепления оборудования; бесперебойное поступление масла ко всем точкам смазки; герметичность уплотнений.



В процессе испытаний оборудования на холостом ходу (обкатка оборудования) проверяют:

- взаимодействие движущихся частей;
- смазку зубчатых передач, подшипников и поверхностей скольжения (направляющих);
- герметичность соединений и уплотнений;
- работу подшипников;
- торцевое и радиальное биение муфт и валов, зубчатых колес и маховиков;
- правильность зацепления зубчатых передач и их шумовую характеристику.

Порядок испытаний и их продолжительность указывают в технических условиях на сборку.

Испытания начинают на малых частотах вращения и по мере приработки сопрягаемых поверхностей эту частоту увеличивают до номинального значения. Обкатку проводят в течение 4...8 ч в зависимости от условий работы оборудования, если в технических условиях на сборку не указано конкретное время обкатки оборудования.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если в процессе обкатки не приходилось останавливать работу оборудования и проверяемые узлы этого оборудования работали без отклонений от норм при правильном взаимодействии движущихся частей оборудования.

При проведении испытаний не должно наблюдаться чрезмерного шума, стука или вибраций. Давление масла в системе смазывания должно быть стабильным в указанных пределах. В случае падения давления масла в системе смазывания должна сработать система блокировки, обеспечивающая автоматическое отключение оборудования. Нагрев подшипников не должен превышать 50 °С.

**Испытания на холостом ходу токарного станка** выполняют в следующей последовательности:

- заливают масло в картеры коробки скоростей и коробки подач, а также в фартук станка и масляный бак системы смазывания;
- производят смазывание станка вручную по точкам смазки;
- проверяют работу органов управления станком вручную, перемещая суппорт станка в продольном и поперечном направлениях;
- устанавливают на коробке скоростей минимальную частоту вращения шпинделя;

- включают главный привод станка и механизм вращения шпинделя и производят обкатку коробки скоростей в течение 30... 40 мин;
- устанавливают на коробке подач минимальную подачу;
- перемещают суппорт станка в разных направлениях, используя автоматическую подачу, в течение 30... 40 мин;
- заменяют масло в системе смазывания станка;
- изменяют частоты вращения шпинделя переключением зубчатых блоков коробки скоростей, измеряя при этом с помощью тахометра фактическую частоту вращения шпинделя;
- обкатывают станок на максимальной частоте вращения шпинделя до тех пор, пока температура подшипников шпинделя не перестанет повышаться, но не менее 30 мин;
- переключают подвижные зубчатые блоки коробки подач, определяя фактическое перемещение суппорта станка на всех диапазонах подач при минимальной частоте вращения шпинделя (величину перемещения определяют по лимбу станка, а время перемещения — с помощью секундомера).

После проведения испытаний на холостом ходу проверяют:

- температуру подшипников, используя термометры;
- холостой ход ходовых винтов продольной и поперечной подач (по лимбам станка);
- торцевое и радиальное биение шкивов ременной передачи;
- натяжение ремней ременной передачи;
- надежность работы фрикционной муфты реверса и тормозного устройства шпинделя станка;
- плавность перемещения и реверсирования подвижных узлов станка в автоматическом режиме;
- усилия перемещения исполнительных механизмов станка в ручном режиме;
- работу системы охлаждения;
- поступление масла ко всем узлам станка от централизованной системы смазывания как при пуске станка, так и при проведении испытаний;
- надежность работы защитных устройств (кожух шпинделя, кожух ременной передачи, защитный экран).

**Испытание зубчатых передач (редукторов)** проводится одновременно с испытаниями на холостом ходу. Однако, следует отметить, что очень хорошие результаты удается получить при испытании редукторов после их узловой сборки, перед монтажом на оборудовании, производя, в случае необходимости, их регулировку.

Перед испытаниями необходимо заполнить картер редуктора маслом так, чтобы зубья смазывающего колеса по всей рабочей зоне были погружены в масло. Глубина погружения зависит от типа передачи:

- в цилиндрических зубчатых передачах, работающих со скоростями до 3 м/с, зубья смазывающего зубчатого колеса должны погружаться в масло на всю высоту зуба;
- в конических зубчатых передачах, работающих со скоростями до 5 м/с, — на всю длину зуба;
- в червячных передачах с нижним расположением червяка — на всю высоту витка резьбы червяка;
- в червячных передачах с верхним расположением червяка — на всю высоту зуба червячного колеса.

При испытании зубчатых редукторов шум в зубчатых зацеплениях должен быть равномерным, однотонным, без стука и изменения звучания.

По характеру шума при испытании зубчатых редукторов можно определить дефекты изготовления деталей зубчатого зацепления и погрешности сборки:

- шум, напоминающий периодическое щелканье зубьев, особенно у ведомого колеса, свидетельствует о некачественном изготовлении колеса (отклонение в величине окружного шага) или о недостатках сборки (увеличенный боковой зазор);
- резкий металлический скрежет, вызывающий вибрацию редуктора, показывает, что при сборке не выдержан боковой зазор передачи (слишком мал), отклонения межцентрового расстояния не соответствуют требованиям технических условий на сборку, на зубьях колес перед сборкой не притуплены острые кромки, в рабочих поверхностях зубьев имеются раковины;
- стук в червячных редукторах возникает в тех случаях, когда слишком велик осевой разбег червяка или выработка зубьев червячного колеса слишком большая.

Контроль за уровнем шума осуществляют при помощи специального прибора — шумомера. Шум при испытании редукторов не должен превышать 85 дБ на расстоянии 0,3 м от редуктора.

При испытаниях не должно наблюдаться утечки масла и чрезмерного, свыше величин, указанных в технических условиях, нагрева корпуса редуктора.

При обнаружении отклонений хотя бы по одному из параметров испытания следует приостановить и, выяснив причину отклонений, устранить ее.

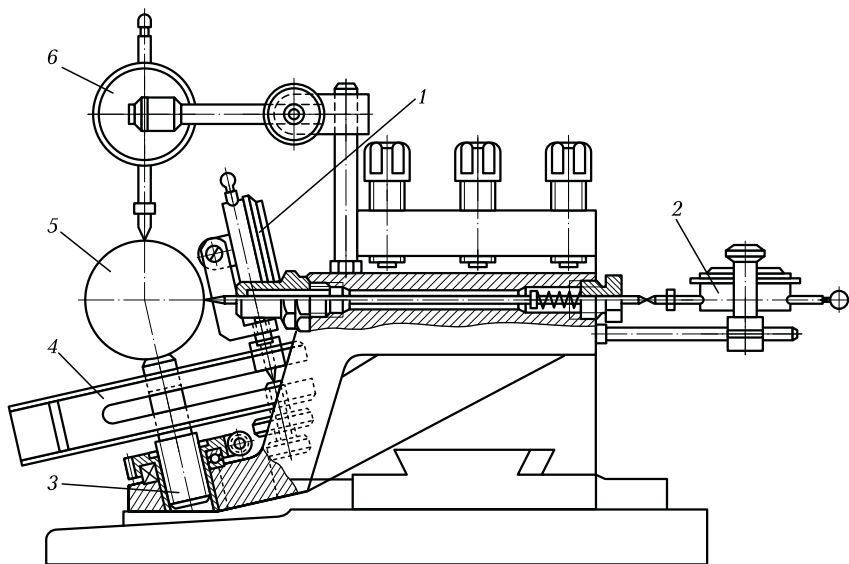


Рис. 11.1. Схема проверки токарного станка на жесткость:  
 1, 2 — индикаторы часового типа; 3 — нагрузочный винт; 4 — динамометр; 5 — оправка

После испытаний оборудования на холостом ходу прежде, чем приступить к испытаниям под нагрузкой, следует проверить его жесткость.

**Проверка оборудования на жесткость.** Жесткость узлов станка оказывает достаточно серьезное влияние на качество обработки. Под жесткостью следует понимать способность узлов станка сохранять свое положение под воздействием внешних сил. Так, например, для токарного станка чрезвычайно важна жесткость установки резцедержателя на верхнем суппорте и верхнего суппорта — на направляющих суппорта станка. Связано это с тем, что эти узлы воспринимают основную часть нагрузки, возникающей в процессе резания. Проверку этого узла токарного станка на жесткость осуществляют в следующей последовательности (рис. 11.1):

- устанавливают в центрах оправку 5 (размеры оправки должны соответствовать данным, приведенным в табл. 11.1);
- устанавливают в резцедержателе прибор для измерения жесткости;
- вращают нагрузочный винт 3, воздействуя на оправку 5 через динамометр 4 с усилием, указанным в табл. 11.1 (величину усилия отсчитывают по индикатору 2);

**Таблица 11.1. Параметры испытания токарного станка на жесткость**

Параметр	Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм			
	250	320	400	500
Расстояние от точки приложения силы до резцедержателя, мм	18	50	50	67
Расстояние от точки приложения силы до 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

- определяют величину отжатия оправки по индикаторам *1* и *6* и сравнивают ее с допустимыми величинами, приведенными в табл. 11.1.

При несоответствии параметров жесткости величинам, приведенным в табл. 11.1, необходимо отрегулировать величину зазора в направляющих верхнего суппорта токарного станка.

После проведения проверки станка на жесткость переходят к его испытаниям под нагрузкой.

**Испытание оборудования под нагрузкой** проводят на рабочих режимах. При этих испытаниях проверяют те же узлы, что и при испытаниях на холостом ходу. При этом контролю подлежат те же параметры.

Испытания токарного станка под нагрузкой осуществляют следующим образом:

- настраивают коробку скоростей токарного станка на частоту вращения шпинделя  $500 \text{ мин}^{-1}$ ;
- настраивают коробку подач токарного станка на подачу  $0,5 \text{ мм/об}$ ;
- закрепляют в патроне станка заготовку диаметром  $60 \text{ мм}$  и длиной  $120 \text{ мм}$  (материал заготовки — сталь 45);
- устанавливают в резцедержателе станка проходной отогнутый правый резец с углом в плане  $45^\circ$ , материал рабочей части резца — Т15К10;
- включают вращение шпинделя;

- касаются резцом образующей поверхности заготовки;
- выводят резец за пределы обрабатываемой заготовки;
- перемещают резец в поперечном направлении на глубину резания 5 мм, отсчитывая величину перемещения резца по лимбу поперечной подачи станка, предварительно установленному в нулевое положение;
- производят съем материала с поверхности заготовки, используя автоматическую продольную подачу;
- выводят резец на исходную позицию;
- настраивают коробку подач станка на подачу 0,6 мм/об;
- устанавливают глубину резания 8 мм, контролируя перемещение резца по лимбу поперечной подачи, предварительно установленному в нулевое положение;
- производят съем материала с поверхности заготовки, используя автоматическую подачу;
- возвращают резец в исходное положение;
- настраивают станок на частоту вращения шпинделя  $800 \text{ мин}^{-1}$ ;
- устанавливают глубину резания 8 мм, контролируя перемещение резца по лимбу поперечной подачи станка, предварительно установленному в нулевое положение;
- производят съем материала с поверхности заготовки, используя автоматическую продольную подачу;

При проведении испытаний при работе на всех диапазонах частот вращения шпинделя станка и подач следует проверять:

- фактическую частоту вращения шпинделя станка при помощи тахометра;
- давление масла в системе смазывания станка;
- температуру смазывающе-охлаждающей жидкости при выходе ее из зоны резания;
- температуру нагрева подшипников при помощи термометра;
- отсутствие посторонних шумов и ударов в узлах станка.

Выявленные в ходе испытаний дефекты следует, по возможности, устранять на месте испытаний. Если по каким-либо причинам устранение выявленных дефектов на месте испытаний невозможно, то оборудование передают на ремонтный стенд, и после устранения выявленных дефектов проводят повторные испытания.

Заключительным этапом в проведении испытаний являются испытания на точность обработки.

**Испытания на точность обработки**, как правило, проводятся при проверке на соответствие техническим характеристикам металлорежущего оборудования. В качестве примера рассмотрим испытания токарного станка на точность обработки.

Испытания токарного станка мод. 16К20 на точность обработки осуществляют следующим образом:

- закрепляют в патроне токарного станка цилиндрическую заготовку диаметром 50 мм и длиной 300 мм;
- обрабатывают заготовку в соответствии с чертежом;
- проверяют обработанный образец на отклонение от круглости и цилиндричности (отклонение от круглости не должно превышать 6 мкм, а от цилиндричности — 10 мкм на длине 100 мм);
- устанавливают в патрон токарного станка заготовку диаметром 200 мм и длиной 50 мм;
- обрабатывают торец закрепленной в патроне заготовки;
- устанавливают в резцедержателе станка индикаторную стойку с закрепленным в ней индикатором часового типа;
- приводят в соприкосновение с обработанной поверхностью измерительную ножку индикатора;
- сообщают стрелке отсчетного устройства индикатора натяг на 2—3 оборота;
- устанавливают отсчетное устройство индикатора в нулевое положение;
- перемещают резцедержатель, в котором закреплена индикаторная стойка с индикатором, в поперечном направлении вручную, используя механизм поперечной подачи станка;
- фиксируют максимальное и минимальное отклонения стрелки отсчетного устройства индикатора от нулевого положения;
- определяют отклонение обработанной поверхности от перпендикулярности оси вращения шпинделя станка по разности между максимальным и минимальным отклонением стрелки отсчетного устройства индикатора;
- полученный результат сравнивают с требованиями технических условий (в любом случае, отклонение не должно превышать 10 мкм на длине 100 мм).

После испытаний металлорежущих станков и оценки качества сборки целесообразно произвести регулирование тех его узлов, которые по нормам точности не соответствуют техническим условиям.

## 11.2. РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Наиболее часто по результатам испытаний требуется регулирование зазоров в поступательно перемещающихся узлах, передач ходовой винт — гайка, шпиндельного узла.

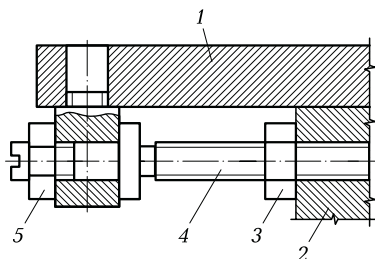


Рис. 11.2. Регулирование зазора между направляющими стола и направляющими каретки консольно-фрезерного станка:

1 — стол; 2 — клин; 3 — гайка; 4 — винт; 5 — контргайка

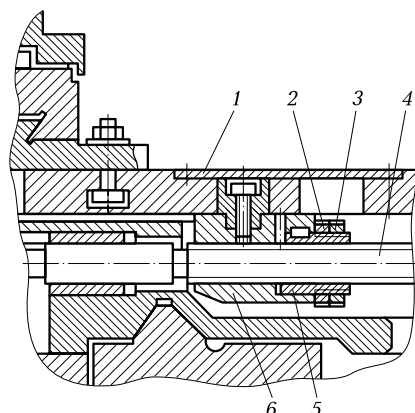


Рис. 11.3. Регулирование зазора между ходовым винтом и гайкой механизма поперечной подачи токарного станка:

1 — крышка; 2 — регулировочная гайка; 3 — контргайка; 4 — ходовой винт; 5 — подвижная полугойка ходового винта; 6 — неподвижная полугойка ходового винта

В качестве примера рассмотрим порядок регулирования в узлах металлорежущих станков.

**Регулирование узлов по итогам испытаний на геометрическую точность.** В качестве примера рассмотрим следующие операции по регулированию узлов металлорежущих станков:

- регулирование зазора в направляющих стола фрезерного станка;
- регулирование зазора в ходовом винте поперечной подачи токарного станка;
- регулирование радиального зазора в подшипнике передней опоры шпинделя токарного станка.

**Регулирование зазора в направляющих стола фрезерного станка** (рис. 11.2) выполняют в следующей последовательности:

- ослабляют гайку 3 крепления клина 2 и контргайку 5;
- перемещают клин 2 вдоль направляющих при помощи винта 4;
- проверяют зазор между клином 2 и направляющей стола 1 станка;
- затягивают гайку 3 крепления клина 2 и контргайку 5;
- проверяют регулировку клина, перемещая стол вручную (перемещение должно быть плавным, без заедания).



**Регулирование зазора в передаче винт—гайка** поперечной подачи токарного станка (рис. 11.3) производят следующим образом:

- снимают с суппорта станка крышку 1, закрывающую доступ к гайке ходового винта 4 поперечной подачи станка;
- отпускают контргайку 3 на подвижной полугайке 5 ходового винта 4;
- вращают регулировочную гайку 2 подвижной полугайки 5, выбирая зазор в винтовой паре (величину зазора устанавливают по лимбу поперечной подачи станка — мертвый ход не должен превышать одного деления лимба);
- затягивают контргайку 3 на подвижной полугайке 5 ходового винта 4;
- устанавливают на место крышку 1 на суппорте станка.

**Регулирование радиального зазора в подшипнике передней опоры шпинделя токарного станка** (рис. 11.4) выполняют в следующей последовательности:

- снимают крышку коробки скоростей токарного станка (на рисунке не показана);

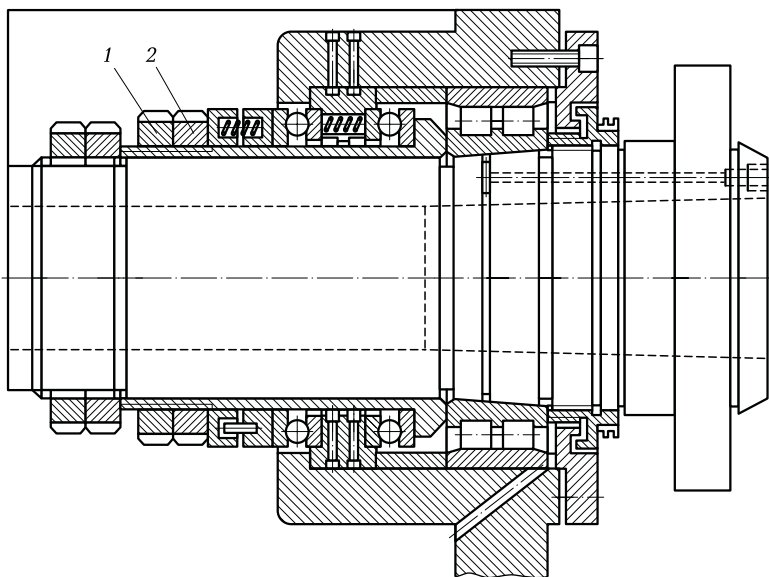


Рис. 11.4. Регулирование радиального зазора в подшипнике передней опоры шпинделя токарного станка:

1 — контргайка; 2 — нажимная гайка

- отпускают контргайку 1 нажимной гайки 2;
- подтягивают нажимную гайку 2;
- затягивают контргайку 1 нажимной гайки 2;
- устанавливают на место крышку коробки скоростей.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

---

1. Какие основные виды испытаний собранного оборудования вы знаете?
2. Какие параметры оборудования подлежат проверке при его испытаниях на геометрическую точность?
3. С какой целью проводят испытания оборудования на холостом ходу?
4. По каким параметрам проверяют оборудование на холостом ходу?
5. В чем состоит отличие испытаний на холостом ходу от испытаний оборудования под нагрузкой?
6. По каким параметрам проверяют оборудование под нагрузкой?
7. С какой целью проводят испытания оборудования на точность обработки?
8. Для чего необходимо регулирование оборудования?

# МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТЕ ПОСТОЯННОЙ РАБОТЫ

## 12.1. РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТЕ ПОСТОЯННОЙ РАБОТЫ

Положение оборудования на месте постоянной работы регулируют в плане, по высоте и в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

**Регулирование положения оборудования в плане** осуществляют в два этапа: сначала предварительно, а затем окончательно.

**Предварительное регулирование положения оборудования в плане** в большинстве случаев осуществляют за счет совмещения отверстий в опорной части оборудования с отверстиями для установки фундаментных болтов, выполненными в фундаменте. Такое регулирование осуществляют по предварительно установленным фундаментным болтам.

В ряде случаев, например в технологических линиях, оборудование ориентируют относительно ранее установленного, проверяя при этом совпадение отверстий под болты в станине с колодцами или скважинами, выполненными в фундаменте для установки фундаментных болтов.

**Окончательная выверка положения оборудования в плане** заключается в выведении его в проектное положение. Выведение оборудования в проектное положение осуществляют за счет его перемещения при помощи грузоподъемных устройств, домкратов или монтажных приспособлений (рис. 12.1).

Контроль положения оборудования при его выверке в плане осуществляют с применением струнно-оптических методов, нивелированием теодолитами, непосредственным контролем линейных размеров, а также с помощью специальных средств измере-

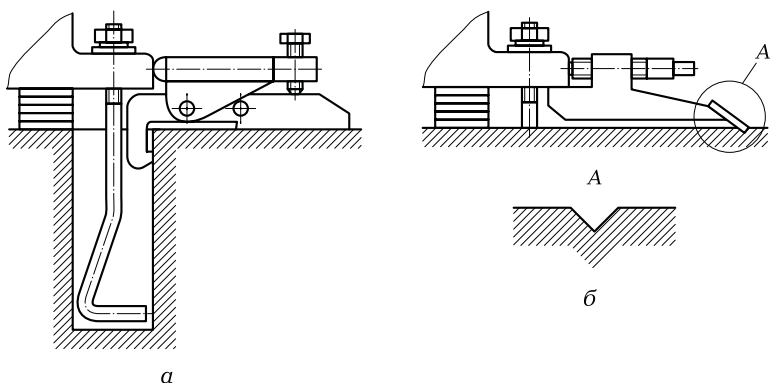


Рис. 12.1. Приспособления для выверки оборудования по высоте:  
 а — рычажно-винтовые; б — с упорным винтом

ний, обеспечивающих контроль отклонений от параллельности, перпендикулярности или соосности базовых поверхностей.

**Регулирование положения оборудования по высоте** выполняют в тех случаях, когда оборудование устанавливают в технологических линиях и оно кинематически связано с другим оборудованием.

В качестве контрольных баз при регулировании положения оборудования по высоте служат исполнительные поверхности узлов оборудования или специальные площадки, выполненные на его корпусных деталях.

Точность установки контролируют методами нивелирования или контроля линейных размеров от промежуточной базы до ранее установленного оборудования.

**Регулирование положения оборудования в горизонтальной плоскости** выполняют, используя для контроля положения устанавливаемого оборудования уровни (рис. 12.2).

При проверке положения оборудования в горизонтальной плоскости, например токарного станка, поступают следующим образом:

- устанавливают вдоль направляющих станины уровни 2;
- по отклонению воздушного пузыря уровней 2 от нулевого положения определяют горизонтальность направляющих станины в горизонтальной плоскости в продольном направлении;
- устанавливают на направляющие станины в поперечном направлении измерительные мостики 1 с уровнями 3;
- по отклонению воздушного пузыря уровней 3 от нулевого положения определяют отклонение направляющих станины в горизонтальной плоскости в поперечном направлении;

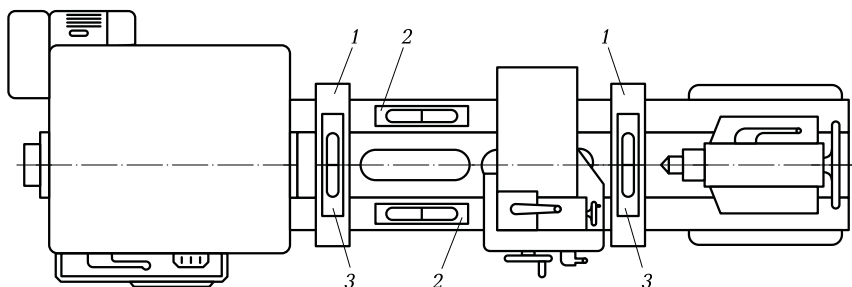


Рис. 12.2. Схема контроля положения станины токарного станка в горизонтальной плоскости:

1 — измерительные мостики; 2, 3 — уровни

- выполняют регулировку станка в горизонтальной плоскости по одной из приведенных ниже схем.

Регулирование положения оборудования в горизонтальной плоскости может осуществляться разными способами:

- регулировочными винтами;
- установочными гайками;
- набором металлических прокладок;
- регулировочными башмаками;
- винтовыми опорами;
- винтовыми домкратами.

*Регулирование положения оборудования при помощи регулировочных винтов* осуществляют следующим образом (рис. 12.3):

- выравнивают на фундаменте место для установки опорных пластин;
- устанавливают опорные пластины 1 на фундаменте в соответствии с расположением отжимных регулировочных винтов 3 в опорной части 4 оборудования;

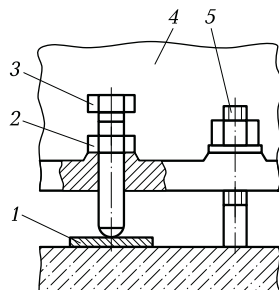


Рис. 12.3. Схема регулирования положения оборудования регулировочными винтами:

1 — опорная пластина; 2 — контргайка; 3 — регулировочный винт; 4 — опорная часть устанавливаемого оборудования (фрагмент); 5 — фундаментный болт

- размещают в опорной части оборудования регулировочные винты 3 с контргайками 2;
- укладывают на направляющие станины поверочную линейку;
- устанавливают на поверочную линейку уровень;
- выставляют оборудование в горизонтальной плоскости, вращая поочередно регулировочные винты 3 и добиваясь совпадения воздушного пузыря уровня с нулевым штрихом шкалы;
- фиксируют контргайкой 2 положение регулировочных винтов 3;
- проверяют зазоры между регулировочными винтами 3 и опорными пластинами 1;
- затягивают фундаментные болты 5;
- производят подливку оборудования жидкой бетонной смесью;
- удаляют регулировочные винты 3 и контргайки 2;
- ввертывают в отверстия под регулировочные винты резьбовые пробки.

Регулирование положения оборудования при помощи установочных гаек может осуществляться двумя способами:

- с использованием упругих элементов;
- без использования упругих элементов.

Регулирование положения оборудования с использованием упругих элементов осуществляют следующим образом (рис. 12.4):

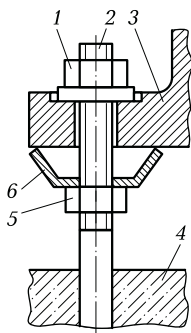


Рис. 12.4. Схема регулировки положения оборудования при помощи установочных гаек с использованием упругих элементов:

1 — крепежная гайка; 2 — фундаментный болт; 3 — оборудование; 4 — фундамент; 5 — регулировочная гайка; 6 — тарельчатая шайба (пружина)

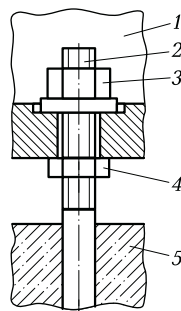


Рис. 12.5. Схема регулировки положения оборудования при помощи установочных гаек без использования упругих элементов:

1 — оборудование; 2 — фундаментный болт; 3 — крепежная гайка; 4 — регулировочная гайка; 5 — фундамент

- навинчивают регулировочную гайку 5 на фундаментный болт 2, предварительно установленный в фундамент 4;
- размещают на гайке 5 тарельчатую шайбу 6;
- устанавливают оборудование 3 на фундаментные болты 2 с регулировочными гайками 5 и тарельчатыми пружинами 6;
- укладывают поверочную линейку на направляющие станины;
- устанавливают уровень на поверочную линейку;
- регулируют положение оборудования в горизонтальной плоскости, вращая регулировочную гайку 5 и добиваясь совпадения воздушного пузыря уровня с нулевым штрихом шкалы;
- фиксируют положение оборудования крепежной гайкой 1;
- производят подливку оборудования бетонной смесью.

*Регулирование положения оборудования без использования упругих элементов* выполняют в следующей последовательности (рис. 12.5):

- наворачивают регулировочные гайки 4 на предварительно установленные фундаментные болты 2;
- устанавливают оборудование 1 на фундаментных болтах 2;
- размещают на направляющих станины поверочную линейку;
- укладывают на поверочную линейку уровень;
- выставляют оборудование в горизонтальной плоскости, вращая гайку 4 и обеспечивая совпадение воздушного пузыря уровня с нулевым штрихом шкалы;
- выполняют предварительную затяжку крепежной гайки 3, установленной на болту 2;
- производят заливку бетонной смеси между фундаментом 5 и основанием оборудования;
- стоняют регулировочную гайку 4 вниз на 3... 4 мм после затвердевания бетонной смеси;
- затягивают крепежные гайки 3 фундаментных болтов 2 окончательно;
- заполняют бетонной смесью ниши, оставшиеся после подливки бетонной смесью.

*Регулировку оборудования при установке на опорных пластинах* следует выполнять следующим образом:

- очищают фундамент от пыли, грязи и масел и выравнивают его;
- устанавливают наборы пластин около мест расположения крепежных болтов, заранее установленных в фундаменте (высота комплекта пластин должна быть указана в технических условиях);
- устанавливают оборудование на пластины и осуществляют его предварительное крепление;

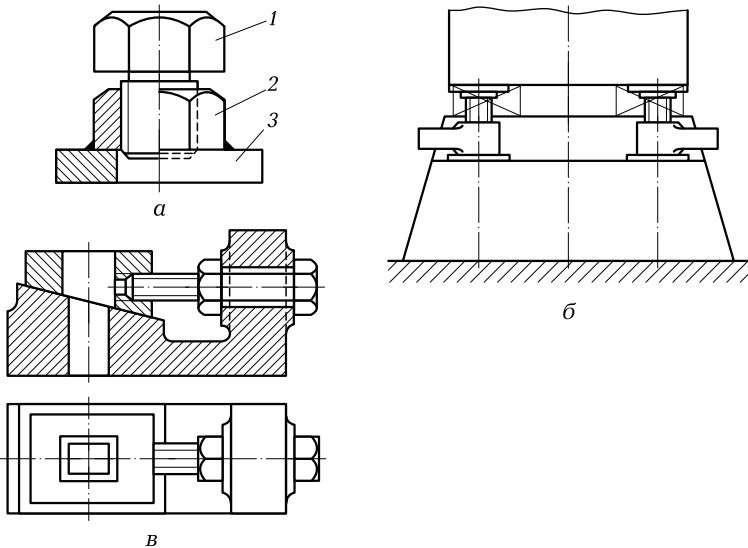


Рис. 12.6. Регулировочные приспособления:

*а* — винтовая опора: 1 — болт; 2 — гайка; 3 — пластина; *б* — винтовые домкраты; *в* — опорный регулировочный башмак

- выверяют положение оборудования в горизонтальной плоскости при помощи контрольной линейки и уровня;
- осуществляют окончательное крепление оборудования;
- осуществляют подливку оборудования бетонной смесью, оставляя комплект установочных пластин.

*Регулирование положения оборудования в горизонтальной плоскости с применением винтовых опор, винтовых домкратов или регулировочных башмаков* выполняют в следующей последовательности (рис. 12.6):

- устанавливают на заранее подготовленном фундаменте (очищенном от пыли, грязи и масел и выровненном) винтовые опоры (рис. 12.6, *а*); винтовые домкраты (рис. 12.6, *б*) или регулировочные башмаки (рис. 12.6, *в*);
- выверяют по высоте положение установленных регулировочных устройств;
- устанавливают оборудование, подлежащее регулированию, одновременно на фундаментные болты и регулировочные устройства, установленные на фундаменте;
- размещают на направляющих станины поверочную линейку;
- укладывают уровень на поверочную линейку;



- выставляют оборудование по высоте в горизонтальной плоскости при помощи регулировочных устройств, добиваясь при этом совпадения воздушного пузыря уровня с нулевым штрихом шкалы;
- затягивают предварительно гайки фундаментных болтов;
- производят подливку оборудования бетонной смесью, предварительно выгородив регулировочные устройства;
- удаляют регулировочные устройства после затвердевания бетонной смеси;
- окончательно затягивают крепежные гайки фундаментных болтов;
- заполняют ниши, оставшиеся после регулировочных устройств, бетонной смесью.

Таким образом, независимо от того, какой способ применяют при выверке оборудования, необходима его подливка бетонной смесью.

**Подливку оборудования бетонной смесью** осуществляют в следующей последовательности (рис. 12.7):

- обезжиривают и промывают чистой водой опорные поверхности 2 оборудования;
- очищают поверхность фундамента от пыли, грязи и масел;
- устанавливают опалубку 1 на расстоянии 100...150 мм от фундаментной плиты (опалубка должна быть изготовлена из тесаных досок толщиной 15...20 мм, ее высота над фундаментом должна составлять 20...30 мм);
- огораживают регулировочные гайки, винтовые опоры, регулировочные башмаки, подлежащие удалению анкерные болты и другие детали, подлежащие удалению, от возможной заливки подливочной смесью;

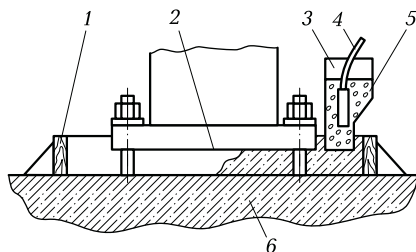


Рис. 12.7. Схема подливки оборудования:

1 — опалубка; 2 — опорная поверхность оборудования; 3 — лоток-накопитель; 4 — вибратор; 5 — подливочная смесь; 6 — фундамент

- оборачивают рубероидом трубопроводы, находящиеся внутри опалубки;
- устанавливают на опалубку лоток-накопитель 3 подливочной смеси 5;
- устанавливают вибратор 4 в лоток-накопитель 3;
- заполняют лоток-накопитель 3 подливочной смесью 5;
- включают вибратор 4;
- добавляют периодически, по мере расходования, в лоток-накопитель 3 подливочную смесь 5.

При выполнении подливки следует учесть, что:

- расстояние от опорной части оборудования до края подливки должно составлять 100... 150 мм;
- высота слоя подливки от фундамента до ребер жесткости на опорной поверхности оборудования должна составлять не менее 50 мм;
- высота слоя подливки, лежащего за пределами опорной поверхности оборудования, должна быть больше высоты основной части подливки на 20... 30 мм;
- поверхность подливки, лежащая вне опорной части оборудования, должна иметь уклон 1:50 в сторону от оборудования;
- участки подливки, выступающие за пределы опорной части оборудования, необходимо поддерживать во влажном состоянии в течение 3 сут после выполнения подливки;
- выступающая за пределы опорной части оборудования подливка после ее окончательного закрепления должна быть защищена от внешних воздействий специальным покрытием.

**Установку и регулирование положения оборудования при помощи виброизолирующих ковриков и виброизолирующих опор** применяют в тех случаях, когда в процессе эксплуатации оборудования необходимо уменьшить влияние возникающих при его работе динамических нагрузок на фундамент, пол или перекрытия. Эти опоры применяют, когда возникает необходимость изолировать оборудование в процессе его эксплуатации от воздействия внешних вибраций, передаваемых от рядом расположенного оборудования или от проходящего вблизи транспорта.

Установку оборудования на виброизолирующих ковриках и его регулирование осуществляют с использованием регулировочных винтов (рис. 12.8, а) и регулировочных башмаков (рис. 12.8, б) так, как это было описано ранее.

Установку и регулирование оборудования на виброизолирующих опорах (рис. 12.9) выполняют в следующей последовательности:

- очищают пол на месте установки от пыли, грязи и масла;

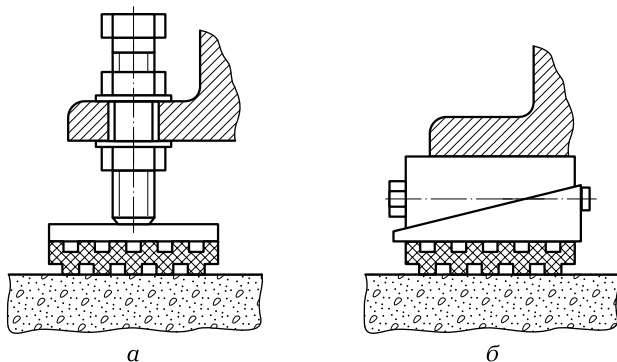


Рис. 12.8. Установка оборудования на виброизолирующих ковриках с использованием регулировочных винтов (а) и регулировочных башмаков (б)

- проверяют горизонтальность пола на месте установки, используя уровень;
- приподнимают оборудование и устанавливают его на домкраты;
- прикрепляют опоры к станине так, чтобы проходной винт не упирался в крышку опоры (положение винта определяют по состоянию гофрированной пружины);
- опускают оборудование на опоры, регулируя положение домкратов;
- устанавливают поверочную линейку на направляющие станины;
- накладывают на поверочную линейку рамный уровень;

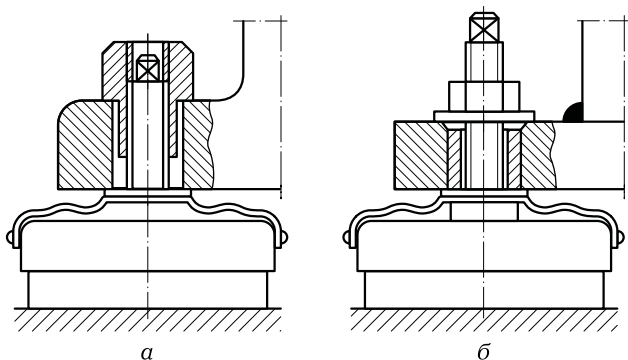


Рис. 12.9. Виброизолирующие опоры с креплением гайкой-штулкой (а) и фиксирующей втулкой (б)

- определяют горизонтальность станины по расположению воздушного пузыря уровня относительно нулевого штриха шкалы;
- регулируют положение станины в горизонтальной плоскости по положению воздушного пузыря относительно нулевого штриха шкалы (в процессе регулирования необходимо обеспечить равномерную нагрузку на виброизолирующие опоры).

## 12.2. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ФУНДАМЕНТЕ

Процесс закрепления оборудования на фундаменте состоит из двух этапов: предварительного закрепления и окончательного закрепления.

**Предварительное закрепление** промышленного оборудования на фундаменте при его установке со сплошной опорой на подливку производится после выверки положения оборудования во избежание его смещения. При предварительном закреплении оборудования производится затягивание гаек только тех фундаментных болтов, которые расположены вблизи опорных элементов. Закрепление осуществляют, используя стандартные гаечные ключи без надставок. При затягивании гаек на фундаментных болтах диаметром до 24 мм усилие, прикладываемое к гаечному ключу, не должно превышать 200 Н.

После осуществления предварительного закрепления оборудования контролируют его положение, в случае необходимости производят повторное регулирование.

**Окончательное закрепление** оборудования осуществляется в зависимости от способа его установки:

- при установке оборудования с местной опорой на фундамент его окончательное закрепление осуществляется сразу после выверки положения оборудования;
- при установке оборудования со сплошной опорой на подливку его закрепление производится только после того, как залитая бетонная смесь достигнет 70 % проектной прочности, о чем необходимо получить соответствующую справку от организации, производившей подливку оборудования.

Окончательное затягивание гаек фундаментных болтов следует производить равномерно, в два-три обхода, затягивая вначале болты, расположенные по осям симметрии опорной поверхности обо-

рудования, а затем более удаленные от нее, отдаваясь от осей симметрии к периферии опорной поверхности оборудования.

При окончательном закреплении оборудования для затягивания гаек фундаментных болтов применяют стандартные гаечные ключи, гайковерты, а также специальные приспособления.

Окончательное закрепление промышленного оборудования повышенной точности необходимо выполнять с заданной силой затяжки  $P_{\text{зат}}$  гаек фундаментных болтов, которое может быть проконтролировано по крутящему моменту. Крутящий момент  $M_k$  контролируют, применяя при затяжке тарированные или предельные гаечные ключи.

При закреплении промышленного оборудования, работающего со значительными динамическими нагрузками, гайки болтов предохраняют от самопроизвольного отвинчивания, стопоря их за счет установки контргаек, пружинных шайб или стопорных шайб с лапками, необходимость установки которых должна быть указана в инструкциях по монтажу оборудования.

После закрепления оборудования осуществляется его испытание под нагрузкой с последующей проверкой затяжки гаек фундаментных болтов и составляется акт о соответствии установки оборудования на фундаменте требованиям технической документации.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

---

1. Какие способы регулирования положения оборудования применяют при его установке на фундаменте?
2. Как осуществляется регулирование положения оборудования в горизонтальной и вертикальной плоскостях при его установке на фундаменте?
3. В каких случаях возможна бесфундаментная установка оборудования и как она осуществляется?
4. Как и с какой целью производится предварительное закрепление оборудования на фундаменте?
5. В каких случаях и для чего выполняют подливку оборудования?

## Список литературы

1. Машиностроение : энциклопедия. — Т. III — 5 : Технология сборки в машиностроении / [А.А. Гусев, 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. — 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 слесарных и сборочных работ : учебник / Б.С. Покровский. — М. : Издательский центр «Академия», 2015. — 320 с.
5. *Покровский Б.С.* Производственное обучение слесарей механосборочных работ : учеб. пособие / Б.С.Покровский. — М. : Издательский центр «Академия», 2014. — 208 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 / Б.С.Покровский, В.А.Скакун. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 176 с.
8. *Покровский Б.С.* Слесарно-сборочные работы : учебник / Б.С.Покровский. — М. : Издательский центр «Академия», 2016. — 352 с.
9. *Покровский Б.С.* Справочник слесаря : учеб. пособие /Б.С.Покровский, В.А.Скакун. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 384 с.
10. *Покровский Б.С.* Технические измерения в машиностроении : учеб. пособие / Б.С.Покровский, Н.А.Евстигнеев. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 80 с.
11. Справочник слесаря-монтажника технологического оборудования / [П.П.Алексеев, Л.А.Григорьев, В.И.Голованов и др.] ; под общ. ред. П.П.Алексеева, В.И.Голованова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 2002. — 672 с. — (Сер. Справочники для рабочих).
12. 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).

# Оглавление

Предисловие.....	4
<b>Глава 1. Правила безопасного выполнения работ .....</b>	<b>5</b>
1.1. Правила безопасности на рабочем месте .....	5
1.2. Правила безопасности при использовании ручного механизированного инструмента .....	6
<b>Глава 2. Общая технология сборки.....</b>	<b>9</b>
2.1. Исходные материалы для разработки технологического процесса сборки.....	9
2.2. Последовательность разработки технологического процесса сборки.....	10
2.3. Документационное обеспечение технологического процесса.....	11
<b>Глава 3. Сборка неподвижных неразъемных соединений .....</b>	<b>14</b>
3.1. Лужение .....	14
3.2. Сборка соединений пайкой .....	15
3.3. Сборка соединений склеиванием.....	19
3.4. Сборка заклепочных соединений.....	22
3.5. Соединение деталей методом пластического деформирования (вальцевание) .....	25
3.6. Сборка соединений с гарантированным натягом .....	26
3.7. Подготовка деталей соединений под сварку .....	29
<b>Глава 4. Сборка разъемных соединений.....</b>	<b>31</b>
4.1. Сборка резьбовых соединений .....	31
4.2. Сборка шпоночных соединений.....	39
4.3. Сборка шлицевых соединений .....	44
4.4. Сборка конических соединений.....	46
4.5. Сборка штифтовых соединений.....	47
<b>Глава 5. Сборка механизмов вращательного движения .....</b>	<b>49</b>
5.1. Сборка составных валов и муфт .....	49
5.2. Сборка узлов с осями и пальцами.....	60
5.3. Сборка подшипниковых узлов с подшипниками скольжения.....	61
5.4. Сборка подшипниковых узлов с подшипниками качения.....	64
<b>Глава 6. Сборка механизмов передачи движения .....</b>	<b>74</b>
6.1. Сборка ременной передачи .....	74
6.2. Цепные передачи и их сборка.....	81
6.3. Сборка зубчатых передач .....	85
6.4. Сборка фрикционных передач .....	110

<b>Глава 7. Сборка механизмов преобразования движения</b> .....	113
7.1. Сборка передач винт — гайка .....	113
7.2. Сборка кривошипно-шатунного механизма .....	118
7.3. Сборка газораспределительного механизма .....	124
7.4. Сборка кулисного механизма .....	127
7.5. Сборка храпового механизма .....	130
7.6. Сборка эксцентрикового механизма .....	131
7.7. Сборка кулачковых и реечных механизмов .....	133
<b>Глава 8. Сборка узлов с плоскими поверхностями</b> .....	135
8.1. Сборка узлов с неподвижным соединением деталей .....	135
8.2. Сборка узлов с подвижным соединением деталей (сборка узлов с направляющими) .....	136
<b>Глава 9. Сборка гидравлических и пневматических приводов и передач</b> .....	141
9.1. Сборка трубопроводов .....	141
9.2. Сборка силовых гидравлических цилиндров и гидравлических моторов .....	148
9.3. Сборка насосов .....	153
9.4. Монтаж аппаратуры управления .....	156
9.5. Сборка фильтров .....	158
9.6. Гидравлические испытания сборочных единиц гидравлического привода .....	159
9.7. Сборка элементов пневматического привода .....	165
<b>Глава 10. Строповка и перемещение грузов</b> .....	169
10.1. Строповка грузов .....	169
10.2. Перемещение грузов .....	172
10.3. Правила безопасности при выполнении грузоподъемных и такелажных работ .....	173
<b>Глава 11. Испытание и регулирование машин и механизмов</b> .....	175
11.1. Испытание оборудования .....	175
11.2. Регулирование оборудования .....	191
<b>Глава 12. Монтаж оборудования на месте постоянной работы</b> .....	195
12.1. Регулирование положения оборудования на месте постоянной работы .....	195
12.2. Закрепление оборудования на фундаменте .....	204