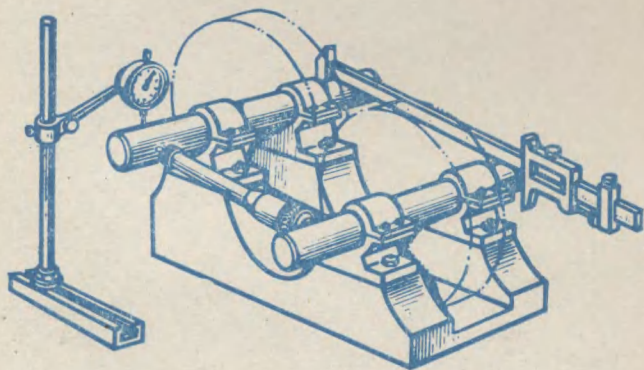


ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ



А.М.Крысин, И.З.Наумов

СЛЕСАРЬ

МЕХАНОСБОРОЧНЫХ РАБОТ

А. М. Крысин, И. З. Наумов

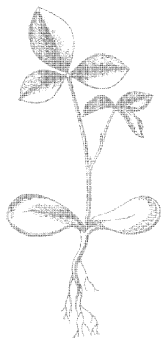
С Л Е С А Р Ъ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ РАБОТ

**ИЗДАНИЕ ПЯТОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ**

**Одобрено Ученым советом
Государственного комитета СССР
по профессионально-техническому
образованию в качестве учебника
для подготовки рабочих на производстве**



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1983



Scan AAW

ББК 34. 68

К85

УДК 621.757 : 683.3(07532)

Рецензент — инж. А. М. Ярков (НТО Машпром)

Крысин А. М., Наумов И. З.
К85 Слесарь механосборочных работ: Учебник для
подгот. рабочих на производстве. — 5-е изд., пере-
раб. и доп. — М.: Высш. шк., 1983. — 240 с., ил. —
(Профтехобразование).

30 к.

Описаны технология сборки разъемных и неразъемных соединений, сборки и регулировки отдельных сборочных единиц различных механизмов; стенды для сборки и регулировки машин, контроль качества сборочных работ; рабочее место слесаря-сборщика, безопасность труда, виды и меры предотвращения брака.

Пятое издание (4-е — в 1974 г.) дополнено сведениями о сборке гидравлических и пневматических приводов, промышленных роботах.

К $\frac{2704090000-342}{052(01)-83}$ КБ 7-8-83

ББК 34.68
6П4.7

© Издательство «Высшая школа», 1974
© Издательство «Высшая школа», 1983, с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

В решениях XXVI съезда Коммунистической партии Советского Союза предусматривается дальнейший рост всех отраслей экономики нашей страны, который обеспечит непрерывное повышение жизненного уровня народа и создание материально-технической базы коммунизма. Съезд дал принципиальные установки по коренным вопросам экономической политики в условиях развитого социалистического общества.

Для осуществления программы развития машиностроения необходима подготовка большого числа квалифицированных рабочих, в том числе слесарей механосборочных работ. От квалификации этих кадров, их умения полностью и разумно использовать современную технику зависит повышение производительности труда.

Задача подготовки для народного хозяйства всесторонне развитых, технически образованных и идейно стойких молодых рабочих, способных осваивать и совершенствовать новую технику, умножать революционные и трудовые традиции рабочего класса, определены в «Основах законодательства Союза ССР и союзных республик о народном образовании», утвержденных Верховным Советом СССР в июле 1973 г.

Техника шагнула далеко вперед, и к выпускаемым заводами машинам предъявляются все более высокие требования. Они должны обладать повышенной прочностью, быстроходностью, износостойкостью и точностью. Развитие станкостроения идет по пути увеличения скоростей и мощностей станков, объединения станков в автоматические линии и компоновки новых станков из унифицированных и агрегатированных сборочных единиц. Резко увеличилось производство специальных и агрегатных станков с программным управлением, автоматических и полуавтоматических линий.

Сборка машин является заключительной операцией производственного процесса. Слесарь-сборщик заканчивает работу, начатую большим коллективом литейщиков, кузнецов, разметчиков, строгальщиков, токарей, фрезеровщиков и других рабочих. Слесарь механосборочных работ должен хорошо знать не

только машину в целом, но и ее отдельные сборочные единицы, владеть основными слесарными приемами, а также правильно подбирать соответствующий инструмент и приспособления. С целью повышения производительности сборочные работы выполняют с помощью механизмов, которые также облегчают труд.

В книге основное внимание уделено практическим вопросам, связанным с организацией труда, рациональным использованием инструментов, приспособлений и оборудования.

Пятое издание книги значительно переработано на основе «Сборника типовых программ для подготовки на производстве слесарей механосборочных работ» (слесарные и слесарно-сборочные работы, издание четвертое, М., Высшая школа, 1980) и рекомендаций отдела по подготовке рабочих для машиностроения и связи Государственного комитета по профессионально-техническому образованию.

Из книги исключены разделы: слесарное дело, основы общей технологии металлов, чтение чертежей, допуски и технические измерения, основы электротехники, при изучении которых авторы рекомендуют соответствующие пособия, помещенные в конце книги. За счет исключенных разделов значительно расширены главы по спецтехнологии, необходимые для подготовки слесарей механосборочных работ.

Авторы

Глава I

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

§ 1. ПОНЯТИЕ О ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ И СТРУКТУРЕ ЗАВОДА

На машиностроительных заводах из материалов и полуфабрикатов изготавливают машины. Совокупность всех действий, в результате которых получается готовая продукция, называется производственным процессом.

Производственный процесс начинается с переработки материалов в заготовительных цехах (литейных, кузнечных, пресовых), где отливают, куют или штампуют заготовки. Затем заготовки поступают в цехи, где их подвергают механической и термической обработке и в результате получают готовые детали требуемых формы и размеров с определенными механическими свойствами (твердостью, прочностью) и шероховатостью поверхности.

Требования к детали содержатся в технических условиях (ТУ), оформленных в виде чертежа с необходимыми указаниями по обработке. Металлопрокат поступает в механические цехи, где из него изготавливают детали на токарных, сверлильных, фрезерных, строгальных, шлифовальных и других металлорежущих станках.

Осуществление каждого из этапов обработки требует четкой организации, бесперебойного снабжения, правильной постановки инструментального хозяйства, ремонтной службы и т. п. Единой схемы структуры машиностроительных предприятий не существует. Структура зависит от типа производства. В зависимости от особенностей предприятия в нем создается своя рациональная структура при сохранении только основных принципов организации.

На рис. 1 показана схема производственного процесса крупного машиностроительного предприятия.

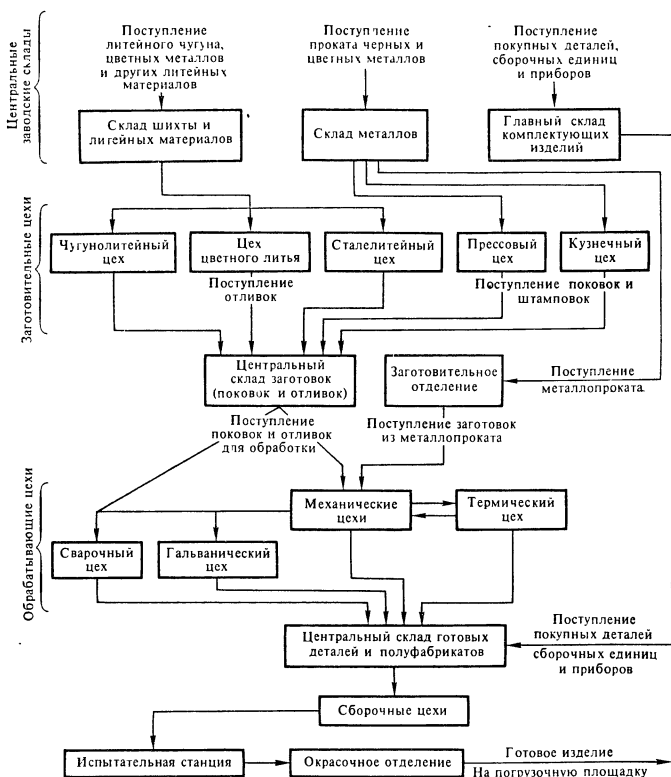


Рис. 1. Схема производственного процесса машиностроительного предприятия

Основными производственными звеньями любого завода являются цехи. Цехи делятся на основные и вспомогательные. В цехах основного производства осуществляется технологический процесс изготовления деталей, сборка сборочных единиц и изделий. Вспомогательные цехи служат для обеспечения нормальной работы основных цехов. К вспомогательным относятся: инструментальный, ремонтно-механический и др.

Кроме цехов на заводе имеется целый ряд отделов: плановый, снабжения, подготовки производства, главного конструктора, главного технолога, главного механика, труда и зарплаты и др.

В зависимости от количества изготавливаемых изделий и характера их выпуска производства делятся на три вида: единичное, серийное и массовое.

Единичное производство характеризуется изготовлением небольших количеств изделий разнообразной номенклатуры. Технологический процесс единичного производства деталей имеет уплотненный характер: на одном станке или рабочем месте выполняется несколько операций и часто производится полная обработка деталей или сборка агрегата; для изготовления деталей применяется главным образом универсальное оборудование.

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися сериями (партиями). В серийном производстве технологический процесс дифференцирован, т. е. расчленен на отдельные операции, которые закреплены за определенными станками или рабочими местами; наряду с универсальными применяются специализированные и специальные станки.

Массовое производство характеризуется изготовлением одного типа изделий в больших количествах. В массовом производстве технологический процесс полностью дифференцирован (расчленен), каждая операция закреплена за отдельным станком или рабочим местом; для изготовления или сборки применяются специальные станки и стенды.

§ 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Рабочим местом называется определенный участок производственной площади цеха, отделения, участка или мастерской, закрепленный за данным рабочим (или бригадой рабочих), предназначенный для выполнения определенной работы.

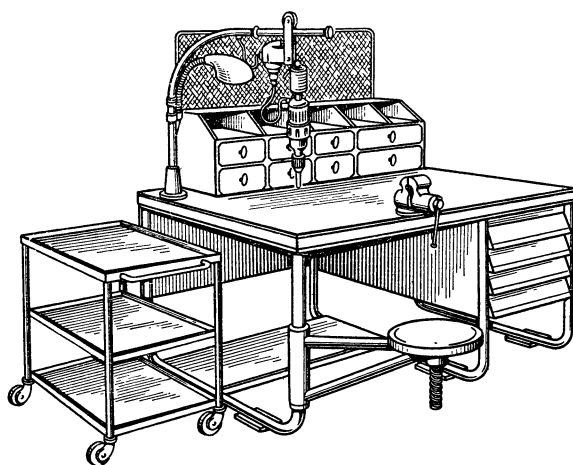
Планировка рабочего места должна удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать условия производительной работы при максимальной экономии сил и времени сборщика; рационально использовать производственную площадь; создавать удобства для обслуживания рабочего места; не нарушать правила и требования охраны труда и техники безопасности.

Расположение оборудования и инструмента на рабочем месте должно обеспечить наиболее короткие и малоутомительные движения; до минимума снизить наклоны и повороты корпуса; исключить лишние перемещения и трудовые движения; обеспечить равномерное выполнение трудовых движений обеими руками.

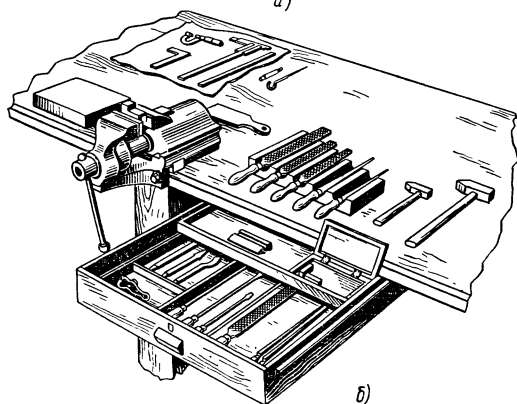
Для создания таких условий необходимо, чтобы верстак или стол, приспособления, инструменты, стеллажи, а также детали и сборочные единицы, поступающие на сборку, и техническая

документация были размещены на рабочем месте следующим образом:

все предметы, которые рабочий берет только правой или только левой рукой, кладут соответственно справа или слева от него (рис. 2);



а)



б)

Рис. 2. Рабочее место слесаря механосборочных работ:

а — верстак с передвижным сборочным столиком и приспособлением для подвески механизированного инструмента б — расположение инструмента на верстаке и в ящике

ближе должны лежать предметы, которые требуются чаще, все, чем пользуются реже, располагают дальше;

не допускают скученности предметов оснащения, стесняющей действия рабочего, и разбросанности, вызывающей излишние движения;

каждый предмет должен иметь свое постоянное место, что делает движения рабочего наиболее экономичными.

При размещении на рабочем месте специального оборудования и технологического оснащения учитывают пределы досягаемости и нормальные зоны движений рук сборщика в горизонтальной и вертикальной плоскостях (рис. 3, а, б, в). Наиболее удобная планировка рабочего места сборщика, собирающего изделие с комплектующими деталями массой более 16 кг, показана на рис. 4, а. Детали и сборочные единицы поступают на стеллаж 5, затем слесарь с помощью электротельфера 2 на мо-

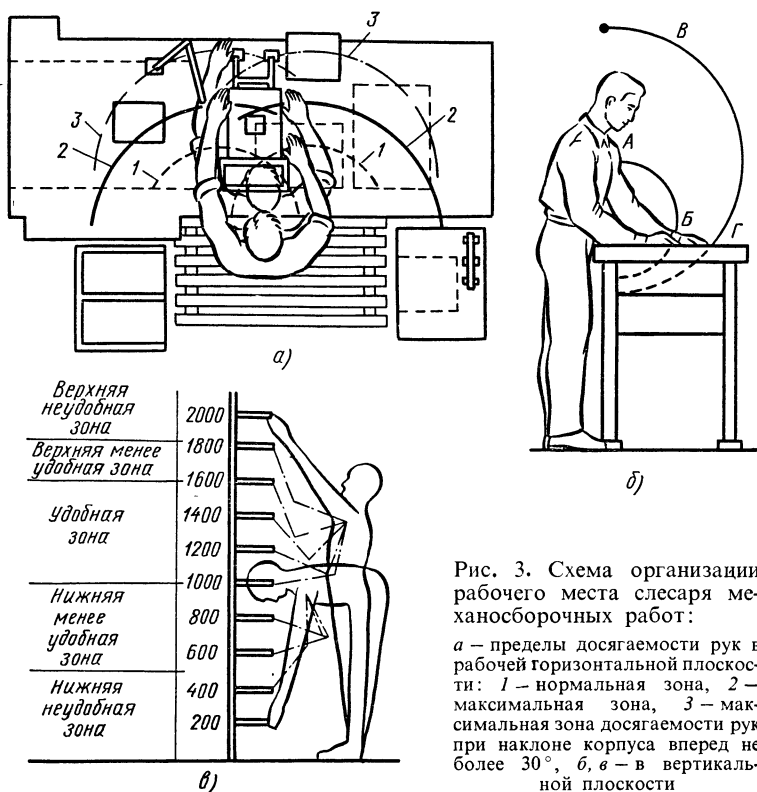


Рис. 3. Схема организации рабочего места слесаря механосборочных работ:

а — пределы досягаемости рук в рабочей горизонтальной плоскости: 1 — нормальная зона, 2 — максимальная зона, 3 — максимальная зона досягаемости рук при наклоне корпуса вперед не более 30° , б, в — в вертикальной плоскости

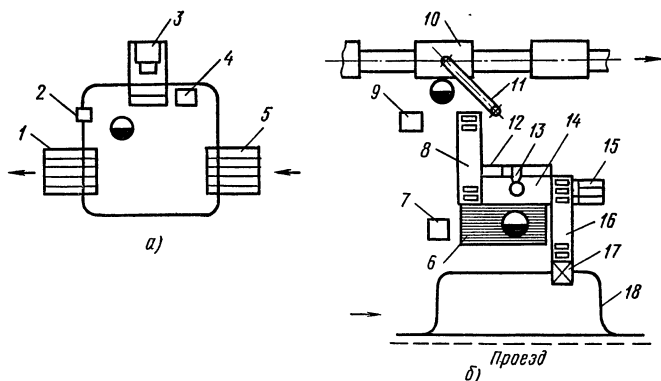


Рис. 4. Планировка рабочего места слесаря механосборочных работ:

а — для сборки крупногабаритных изделий, *б* — для сборки изделий на конвейере крупносерийного и массового производства

норельсе устанавливает их на пресс 3, производит сборку и перемещает собранное изделие на стеллаж 1. В стеллаже 4 находятся мелкие детали для сборки.

Планировка рабочего места при крупносерийном и массовом производстве показана на рис. 4, б. Сборка изделий производится на конвейере 10 с подсорткой на рабочем месте с конвейера. При этом комплектующие детали из механического цеха подаются толкающим конвейером 18. Подъемным столом 17 детали снимаются с толкающего конвейера и подаются на приводной рольганг 16. С рольганга пневмосталкивателем 15 они подаются на слесарный верстак 14, где осуществляется сборка с помощью подвесного гайковерта 13.

Готовая сборочная единица с помощью рольганга 8 и консольно-поворотного крана 11 подается на сборочный конвейер, где она устанавливается на изделие. На рабочем месте имеются стеллажи 12 для деталей и тара 7, 9 с крепежными деталями, а также подножная решетка 6 для удобства работы сборщика. Аналогичной планировки рабочие места имеются у каждой позиции сборочного конвейера с учетом выполнения соответствующих сборочных операций.

§ 3. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Безопасность труда. Каждый рабочий, поступающий на предприятие, проходит вводный инструктаж по всем вопросам, касающимся условий безопасной работы на данном пред-

приятии. Прохождение вводного инструктажа подтверждается контрольным листом, сдаваемым администрации цеха. Без предъявления контрольного листа новый рабочий к работе в цехе не допускается.

Сборка и монтаж промышленного оборудования связаны с поднятием и перемещением деталей и сборочных единиц, зачастую большой массы. Правила безопасности труда запрещают допускать к переноске тяжестей подростков до 16 лет. Юношам от 16 до 18 лет разрешается переносить грузы массой не более 16 кг, а девушкам 16–18 лет — не более 10 кг. Взрослые мужчины могут поднимать груз массой до 50 кг.

Основными условиями безопасной работы при выполнении сборочных операций являются правильная организация рабочего места, использование только исправных инструментов, строгое соблюдение производственной дисциплины и правил безопасности труда, изложенных в памятках и специальных инструкциях.

Внутризаводской безрельсовый транспорт представляет опасность. Небезопасно передвижение в узких проходах или на путях, где работают грузоподъемные механизмы. Ниже приведены основные правила подготовки и выполнения сборочных работ.

Перед началом работы:

- надев спецодежду, проверить, нет ли на ней свисающих концов; рукава застегнуть или закатать выше локтя;

- подготовить рабочее место: освободить нужную для работы площадь, удалить посторонние предметы, при необходимости включить местное освещение, разложить в нужном порядке инструменты, приспособления, материалы и т. п.;

- убедиться в исправности инструмента: молотки должны быть насажены на рукоятки овального сечения и расклинены металлическими завершенными клиньями, гаечные ключи должны быть исправными и соответствовать размерам болтов и гаек; молотки, оправки, обжимки, керны и т. п. не должны иметь скошенных бойков и заусенцев;

- убедиться в исправности электроинструмента: изоляция провода должна быть без повреждений, иметь заземление, клеммы подключения должны быть закрыты; на рабочем месте должен быть резиновый коврик.

Во время работы:

- пользоваться только исправными инструментами и оснасткой, указанными в технологической карте;

- не останавливать вращающийся инструмент руками или каким-то предметом;

при опрессовке сборочных единиц, их испытаниях на пневмоприспособлениях снимать и укладывать изделия при полной неподвижности штока, не поправлять деталь при движении штока;

при использовании подвесных конвейеров снимать детали и проталкивать пустые подвески осторожно, следить за исправностью крюков, колец, цепей, за правильным закреплением деталей;

детали укладывать в тару или на стеллажи; при укладке штабелем его высота не должна превышать 1 м;

при запрессовке детали ставить без перекосов, гидравлические скобы держать только за ручки;

при работе с бензином или растворителем надевать перчатки, при этом строго соблюдать противопожарные правила.

К работе с пневматическим инструментом допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, специальную подготовку и проверку знаний.

Работу абразивным механизированным инструментом разрешается выполнять только согласно инструкции, действующей на предприятии.

По окончании работы:

проверить, не оставлен ли инструмент на рабочем месте; отключить все механизмы;

привести в порядок рабочее место;

слить из ванночек бензин через воронку централизованного слива, убрать отработанный обтирочный материал в специальные металлические ящики.

Производственная санитария и оказание первой помощи. Хорошо организованное рабочее место, нормальная температура и чистота воздуха, хорошее освещение создают у работающего бодрое настроение и способствуют высокой производительности труда.

Температура зимой в цехе должна быть 291–293 К (18–20°C). Рабочие помещения должны хорошо проветриваться.

Хорошее освещение не вызывает напряжения зрения и уменьшает случаи травматизма. При плохом освещении рабочего места быстро устают глаза, притупляется внимание и вследствие этого могут произойти несчастные случаи.

Главное условие при оказании первой помощи — быстрые и умелые действия. Это особенно важно, когда оказывается помощь пораженному электрическим током. При поражении электрическим током принимают меры согласно инструкции по электробезопасности, действующей на предприятии. Помощь в случаях травмирования оказывается пострадавшим со-

гласно инструкции по технике безопасности, действующей на предприятии.

Противопожарные мероприятия. К числу простейших средств тушения пожара относятся огнетушители, бачки с водой, мешки или ящики с песком, ломы, топоры, лопаты, багры, ведра. Противопожарный инвентарь запрещается использовать на какие бы то ни было хозяйственные нужды, его окрашивают в красный цвет.

При пожаре необходимо быть на своем рабочем месте и выполнять распоряжения руководителей производства. Следует помнить, что при пожаре нельзя выбивать стекла в окнах, так как приток свежего воздуха усиливает горение. До прибытия пожарных команд тушить пожар следует согласно инструкции, действующей на предприятии.

Контрольные вопросы

1. Что такое производственный процесс?
2. Какие цехи относятся к основным и какие к вспомогательным?
3. Как правильно организовать рабочее место слесаря-сборщика?
4. Какие основные условия безопасной работы при выполнении сборочных операций?
5. Назовите простейшие средства тушения пожара.

Глава II

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС МЕХАНОСБОРОЧНЫХ РАБОТ

§ 1. ПОНЯТИЕ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Технологический процесс сборки заключается в соединении деталей в сборочные единицы и сборочных единиц и отдельных деталей — в механизмы (агрегаты) и в целую машину. Технологический процесс сборки состоит из операций, переходов и приемов.

Законченная часть технологического процесса, выполненная на одном рабочем месте, называется операцией.

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризующую постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Пр и е м о м называют часть технологического перехода, состоящую из ряда простейших рабочих движений, выполняемых одним рабочим.

Разработку технологического процесса начинают с составления схемы сборочных элементов. Затем приступают к разработке главного технологического документа сборки — технологической карты.

Количество выпускаемых изделий определяется типом производства и степенью расчлененности технологического процесса сборки на отдельные операции.

Технологическая карта является основным документом производства. Нарушение технологии производства не допускается. Все усовершенствования технологии производства вносят в технологическую карту только работники технологической службы предприятия.

§ 2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕТАЛЯХ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦАХ

И з д е л и е м называется любой предмет или набор предметов основного производства, изготавливаемых на предприятии (ГОСТ 2.101 — 68). Изделиями машиностроительных заводов являются разнообразные машины: станки, автомобили, тракторы, экскаваторы, прессы и др., а также отдельные механизмы и агрегаты машин (двигатели, насосы, карбюраторы и пр.) или отдельные детали (поршневые кольца, поршни, метизы).

Д е т а л ь — это первичный элемент изделия, выполненный из однородного материала без применения сборочных операций, но с использованием, если это необходимо, защитных или декоративных покрытий.

С б о р о ч н а я е д и н и ц а (узел) — это элемент изделия, состоящий из двух и более составных частей (деталей), соединенных между собой сборочными операциями (свинчиванием, склеиванием, сваркой, пайкой, клепкой, развальцовкой и др.) на предприятии-изготовителе, например муфта, суппорт, редуктор и т. д.

К о м п л е к с — два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (например, поточные линии станков, автоматическая стойка управления и т. д., которые определяют функционирование комплекса в целом).

К о м п л е к т — два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и предста-

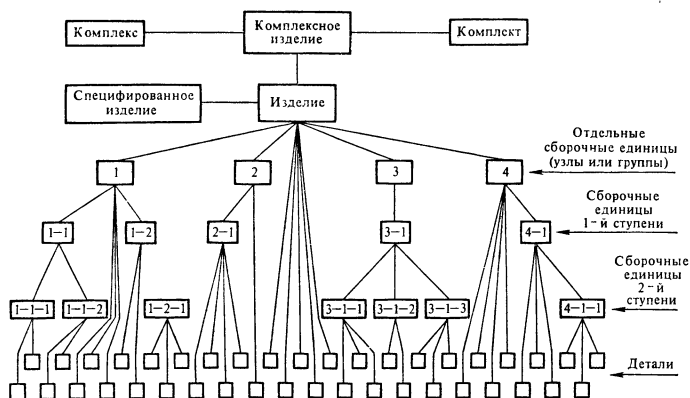


Рис. 5. Структурная схема деления комплексного изделия на составные части, сборочные элементы и их взаимная связь

включающих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, измерительная аппаратура и т. п.

Исходя из установленных видов изделий, процесс сборки подразделяется на сборку сборочных единиц, комплексов, комплектов и изделия. На рис. 5 показаны структурная схема деления комплексного изделия на составные части, сборочные элементы и их взаимная связь.

При общей сборке отдельные элементы (детали) предварительно соединяют в сборочные единицы (узлы), из которых собирают изделие.

§ 3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФОРМЫ СБОРКИ

Проектирование технологического процесса сборки машины базируется на основных принципах:

обеспечение высокого качества собираемой машины, гарантирующего долговечность и надежность ее эксплуатации;

минимальный цикл сборки и максимальный съем продукции с одного квадратного метра площади;

минимальная трудоемкость слесарно-сборочных работ;

применение механизации, повышающей производительность труда слесарей-сборщиков и обеспечивающей безопасные условия выполнения сборочных работ;

законченность сборки и ее комплектность.

Основные технологические требования, предъявляемые к конструкции машины, следующие:

возможность сборки отдельных сборочных единиц, контроля, испытания их и сокращения цикла производства. Машина должна быть расчленена на рациональные сборочные единицы; минимальный объем пригоночных работ;

возможность простой сборки, доступность мест для крепления деталей, технологичность деталей при собираемости их с другими.

Разработке технологического процесса сборки предшествует детальное ознакомление с конструкцией машины, взаимодействием ее частей, техническими условиями на изготовление, приемку и испытание машины.

В зависимости от характера производства, определяемого размером изделий, трудоемкости сборочных работ и других факторов сборка может быть стационарной и подвижной.

Стационарная сборка выполняется на определенном рабочем месте, к которому подают необходимые детали. Существует два вида стационарной сборки:

сборка по принципу концентрации операций, когда работу выполняют на одном рабочем месте одной бригадой; бригада собирает изделие, начиная с получения деталей и кончая испытанием. Эту форму сборки применяют главным образом при единичном производстве и иногда при мелкосерийном (например, сборка турбин);

сборка изделия по принципу расчленения операций на узловую и общую сборку, когда сборочные единицы собирают несколько бригад одновременно; собранные сборочные единицы подают на общую сборку, где из них специальная бригада собирает изделия. Так собирают металлорежущие станки или автомобили.

В производстве крупных изделий, имеющих значительную массу и большие габариты, применяют поточную сборку на неподвижных стендах, при которой рабочий или бригада рабочих выполняют одну и ту же операцию, переходя от одного стенда к другому.

Подвижную сборку выполняют также двумя способами:

сборка со свободным перемещением собираемого изделия от одной операции сборки к другой с помощью крана, конвейера, тележек на рельсовом пути, рольгангов и т. п.;

сборка с принудительным передвижением собираемого изделия с помощью конвейера или тележек, замкнутых ведомой цепью.

Поточная сборка резко увеличивает выпуск продукции и снижает себестоимость. Подвижную поточную сборку широко применяют в крупносерийном и массовом производстве.

§ 4. ПОРЯДОК СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Чтобы яснее представить себе порядок сборки и последовательность комплектования изделия, необходимо расчленить его на составные части: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты.

Для составления схемы сборочной единицы применяют понятие о базовой детали и базовой сборочной единице.

Базовой деталью называют основную деталь, с которой начинается сборка сборочной единицы.

Базовой сборочной единицей называют основную сборочную единицу, с которой начинается сборка изделия.

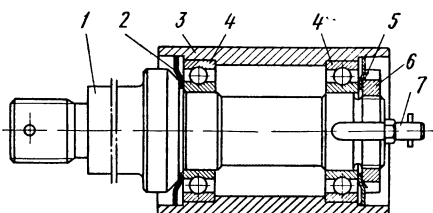
На схемах сборочные единицы и детали принято изображать в виде небольших прямоугольников, в которые вписывают индекс (номер), наименование и количество этих элементов.

На рис. 6, а, б показана схема сборки натяжного ролика, базовой деталью которого является ось ролика. Сверху горизонтальной линии по ходу сборки даны все детали, входящие непосредственно в сборочную единицу. Снизу линии видно, что в состав натяжного ролика входят сборочная единица 1-й ступени — ролик в сборе с шарикоподшипниками и масленка, а также сборочная единица 2-й ступени — шарикоподшипники.

Подготовка деталей к сборке. Все детали, поступающие на сборку, должны быть тщательно очищены и промыты.

Промывают детали в различных моющих жидкостях. Например, применяется раствор следующего состава: 2—3% кальцинированной соды, 0,3—0,5% моющего средства ОП-7, 2—3% нитрита натрия, остальное — вода.

Из баков моющая жидкость при температуре 353 К (80°С) подается насосом под давлением 0,6 МПа (6 кгс/см²) к соплам-форсункам, которые распыляют ее на промываемую деталь. Подогрев жидкости осуществляется паром посредством калориферов, вмонтированных внутрь бака. Использованный раствор стекает в поддон, откуда снова подается специальным насосом в бак. Детали промывают как вручную в специальных баках, так и в механизированных баках, ваннах и моечных машинах с применением специальной оснастки. В единичном и мелкосерийном производствах применяют моечные баки,



Технические условия.
 1. Ось ролика должна быть не более 0,5 мм
 2. Ролик должен вращаться от слабого усилия руки
 а)

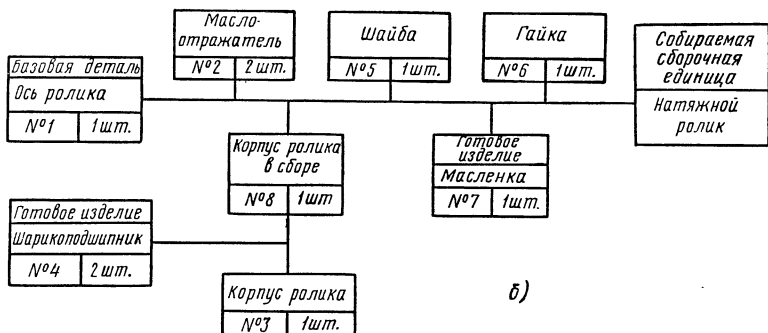


Рис. 6. Схема технологии сборки натяжного ролика:

а — общий вид, б — схема сборочных элементов; 1 — ось ролика, 2 — маслоотражатель; 3 — корпус, 4 — подшипник, 5 — шайба, 6 — гайка, 7 — масленка

в крупносерийном и массовом производствах — специальные моечные машины.

Обдувают детали сжатым воздухом, подаваемым под давлением 0,3—0,6 МПа (3—6 кгс/см²) через специальный накопник, который присоединяется к резиновому шлангу.

Обдув деталей сжатым воздухом допускается только в специальных камерах, оборудованных специальной вентиляцией. Сжатый воздух, применяемый для обдувки деталей, должен быть сухим и чистым.

Значительный интерес представляет применение ультразвука для очистки и промывки деталей и сборочных единиц (удаляют металлическую стружку, опилки, смазку, масло, жидкости и т. п.) (рис. 7). Преимущество ультразвуковой промывки кроме повышения качества и производительности операции состоит в том, что можно промывать детали и сборочные единицы сложной формы, имеющие узкие щели, мелкие глухие отверстия и другие труднодоступные места, а также трубчатые сборочные единицы, изогнутые в различных плоскостях.

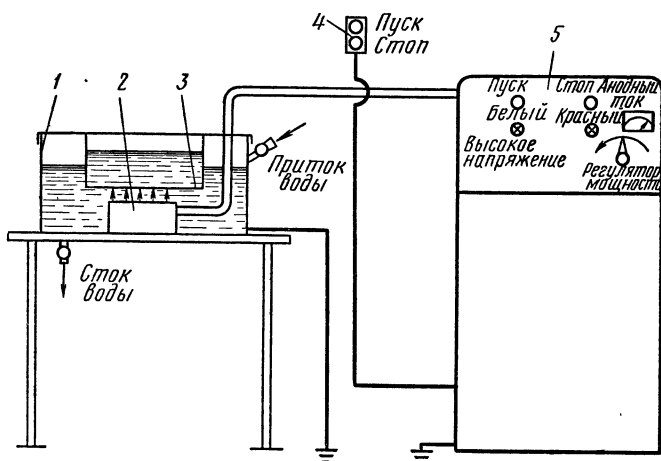


Рис. 7. Схема ультразвуковой установки:

1 — ванна для установки и охлаждения вибратора, 2 — вибратор,
3 — металлическая ванна с раствором, 4 — магнитный пускатель,
5 — генератор ГЗУК-2

§ 5. СБОРКА СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Сборочные единицы собирают на отдельных участках сборочного цеха. В технической документации на сборочную единицу или на деталь оговариваются специальные эксплуатационные требования и требования по соблюдению монтажных размеров или зазоров и натягов. Например, при сборке натяжного ролика (см. рис. 6, а) необходимо выполнить следующие технические условия, указанные на чертеже: осевой люфт должен быть не более 0,5 мм; ролик должен свободно вращаться от слабого усилия руки.

Собранные и принятые сборочные единицы отправляют на общую сборку или на склад готовых деталей и сборочных единиц.

Слесарно-пригоночные работы применяют на сборке сборочных единиц в тех случаях, если детали нужно придать точные размеры, необходимые для посадок при соединении, или определенную геометрическую форму, которую получить на металлорежущих станках невозможно или невыгодно.

Для получения требуемой точности собираемых сборочных единиц и изделий применяют следующие пять методов сборки: методом индивидуальной пригонки; неполной взаимозаменяе-

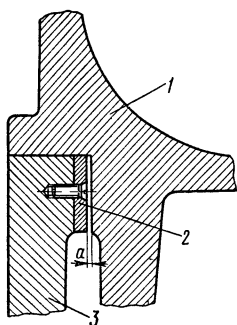


Рис. 8. Сборка сборочных единиц (узлов) с помощью промежуточной планки

мости; подбором деталей по месту; с применением компенсаторов; по методу полной взаимозаменяемости.

Сборка по методу индивидуальной пригонки. Этот вид сборки применяют в единичном и мелкосерийном производстве. Сборку выполняют пригонкой соединяемых деталей друг к другу. Пригоняют детали или механической обработкой на металлорежущих станках, или дополнительной слесарной обработкой.

На рис. 8 показан пример сборочной единицы с пригонкой одной из деталей. Требуемый по техническим условиям зазор при сборке деталей 1 и 3 достигается в результате пригонки промежуточной детали — планки 2.

Подобные примеры сборки сборочных единиц с компенсаторами даны в VI главе (см. рис. 55).

Сборка по методу неполной взаимозаменяемости. Этот метод сборки предусматривает некоторое расширение допусков на отдельные размеры деталей, собираемых в сборочную единицу, а затем сортировку их по размерам на несколько групп в пределах более узких допусков. Данный метод сборки дает возможность при широких допусках на изготовление деталей получить необходимую точность в соединениях сборочных единиц. Способ неполной взаимозаменяемости применяют при сборке сборочных единиц в серийном производстве.

Сборка с подбором деталей по месту. Сборку с подбором деталей по месту выполняет слесарь механосборочных работ. Этот метод наиболее простой, так как не требует дополнительных калибров для сортировки и маркировки подобранных деталей. Недостатком его является зависимость качества соединения от квалификации сборщика.

Сборка с применением компенсаторов. Этот метод широко применяют в машиностроении. Он заключается в получении точности сопряжения деталей при сборке сборочной единицы с помощью специальных деталей — компенсаторов. Компенсаторы принимают на себя все отклонения в размерах. Они позволяют отрегулировать сопряжение в пределах заданной точности.

Компенсаторы делятся на подвижные и неподвижные. К неподвижным компенсаторам относятся регулировочные про-

кладки, шайбы, промежуточные кольца. Подвижными компенсаторами являются клинья, втулки, эластичные и пружинные муфты, эксцентрики, регулируемые винты и гайки. Подвижные компенсаторы позволяют также восстанавливать точность сборочной единицы или машины и во время их эксплуатации, когда некоторые детали износились.

Сборка по методу полной взаимозаменяемости. Сборочные единицы и изделия при этом методе собирают без пригонки, подбора и других каких-либо дополнительных работ, при этом точно соблюдаются технические условия, предъявляемые к сборочной единице. Сборка по этому методу требует точной обработки деталей, специального оборудования и оснастки.

Метод полной взаимозаменяемости экономически целесообразен в массовом и крупносерийном производствах, где затраты на оснащение производства окупаются большим количеством изготавливаемых изделий.

§ 6. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ СБОРКЕ

Все соединения, применяемые при сборке, делят на два основных вида: неподвижные и подвижные (рис. 9). Если по условиям эксплуатации необходимо неизменное расположение одной детали относительно другой или одной сборочной единицы относительно другой, то такое соединение называют неподвижным. В зависимости от конструкции и условий эксплуатации неподвижные соединения могут быть разъемные и неразъемные.

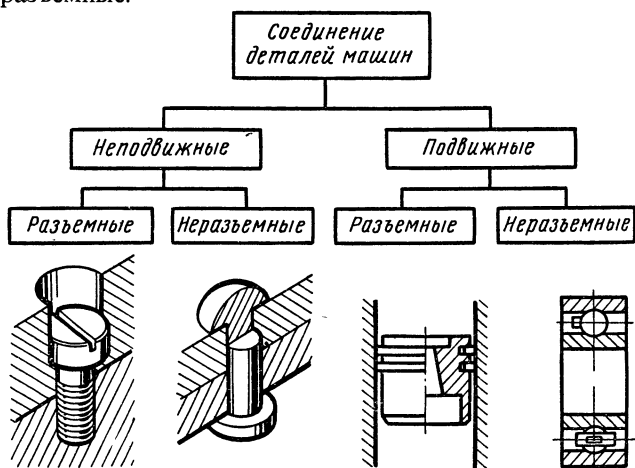


Рис. 9. Виды соединений

Неподвижными разъемными называют соединения, которые можно разбирать без повреждения сопряженных или крепежных деталей (болтовые, винтовые, штифтовые, шпоночные, клиновые и др.).

Неподвижными неразъемными называют соединения, которые нельзя разобрать, не повредив какую-нибудь деталь, входящую в соединение. Эти соединения могут быть выполнены сваркой, пайкой, клепкой, запрессовкой, склеиванием, заливкой пластмассами и т. д.

Подвижными называют соединения, при которых необходимо получить взаимное перемещение одной детали относительно другой или одной сборочной единицы относительно другой. Такие соединения имеют различные подвижные посадки.

Контрольные вопросы

1. Что называется технологическим процессом?
2. Назовите составные части технологического процесса сборки.
3. Что называется изделием, сборочной единицей, комплектом, комплектом, деталью?
4. Назовите пять методов узловой сборки.
5. Какие виды соединений применяют при сборке изделий?

Глава III

СБОРКА РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

§ 1. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Понятие о резьбе. Резьбы бывают правые и левые. По числу заходов они делятся на одно-, двух-, трех- и многозаходные. Чтобы определить число заходов резьбы, необходимо посмотреть в торец винта или гайки и подсчитать, сколько концов витков имеется на нем.

Во всякой резьбе различают следующие основные элементы: профиль, шаг, наружный, средний и внутренний диаметры (рис. 10, а — и).

Применяются три системы резьб: метрическая, дюймовая и трубная; имеются также резьбы — прямоугольная, трапецидальная, упорная, круглая и коническая резьба Бригса.

Профиль метрической резьбы (рис. 10, е) имеет вид треугольника с углом при вершине 60° . Существует шесть видов метрических резьб с различными величинами шага — ос-

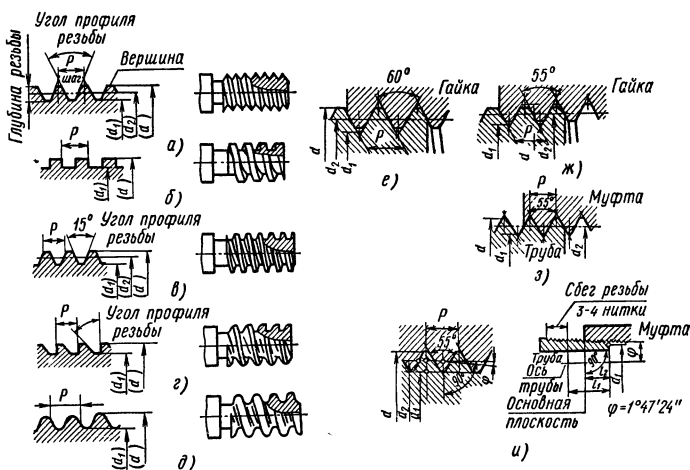


Рис. 10. Профили резьб:

а — треугольной, *б* — прямоугольной, *в* — трапециевидной, *г* — упорной, *д* — круглой, *е* — метрической, *ж* — дюймовой, *з* — трубной, *и* — трубной конической

новная и мелкие от 1-й до 5-й включительно. Профиль дюймовой резьбы имеет при вершине угол 55° (рис. 10, ж). Эту резьбу применяют лишь при изготовлении запасных частей, ранее имевших дюймовую резьбу.

У трубной резьбы профиль имеет также угол 55° (рис. 10, з). Каждому размеру резьбы в дюймах соответствует число ниток резьбы на 1". За диаметр трубной резьбы условно принимают диаметр отверстия трубы.

Метрические резьбы в основном применяют для крепежных деталей: шпилек, винтов, болтов, гаек и др.

Трубная резьба предназначена для различных трубных соединений.

Прямоугольную трапециевидную резьбу применяют для деталей передачи движения, например, в ходовых винтах и винтах суппортов металлорежущих станков, домкратов и т. п.

Упорную резьбу используют для механизмов, работающих под большим давлением, действующим в одном направлении, например в гидравлических и механических прессах.

Круглую резьбу применяют для вагонных сцепок, водопроводной арматуры и др.

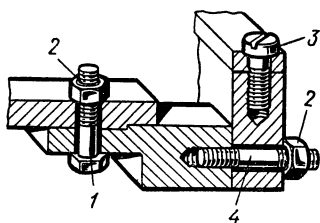


Рис. 11. Резьбовые соединения:

1 — болтом, 2 — гайкой, 3 — винтом, 4 — шпилькой

Коническую резьбу (резьба Бриггса) (рис. 10, и) широко применяют на трубных соединениях, работающих при высоких давлениях и температурах.

Отверстия под коническую резьбу должны предварительно быть обработаны на конус. Коническую резьбу обычно нарезают метчиками на станках с принудительной подачей. Конические метчики режут не только заборной частью, но и основным конусом.

Резьбовыми соединениями называют разъемные соединения, выполненные с помощью резьбовых крепежных деталей — винтов, шпилек, гаек, или с помощью резьбы, непосредственно нанесенной на соединяемые детали (рис. 11).

Гайка — это деталь с резьбовым отверстием, навинчиваемая на болт и имеющая форму, приспособленную для захвата ключом или рукой.

Болтом называют металлический стержень, имеющий на одном конце головку, а на другом — резьбу. Головка болта может быть шестигранной, квадратной и полукруглой. Болты, у которых полностью обработана головка и чисто обточен стержень, называют чистыми, а болты, у которых обточены только опорная поверхность головки и торец стержня, — получистыми.

Для неотчетливых соединений применяют черные болты, у которых стержень и головка остались необработанными после штамповки иликовки.

Болты с гайками (рис. 12, а, б) применяют для скрепления деталей не очень большой толщины, пластин, фланцев, брусев, если есть место для расположения головки болта и гайки.

Болты, ввинчиваемые в одну из скрепляемых деталей, применяют, если прочность материала детали и ее толщина достаточны или нет места для расположения гайки.

Шпилька представляет собой металлический стержень с резьбой на обоих концах. Одним концом — посадочным — шпильку ввинчивают в тело основной детали. На другой конец

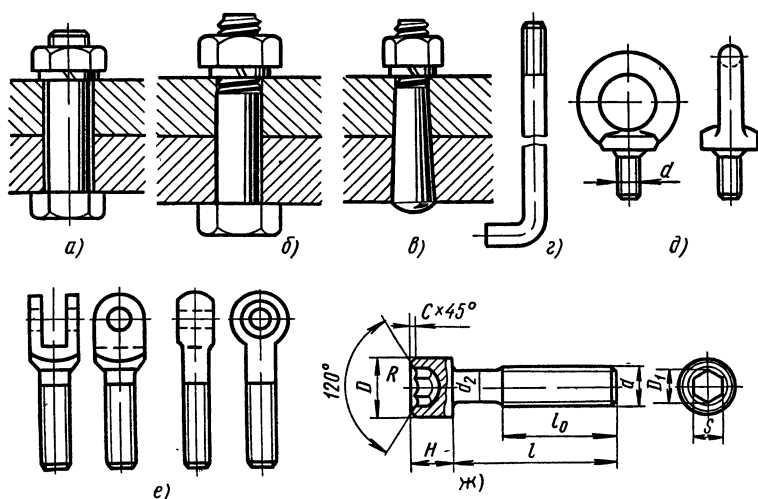


Рис. 12. Болты:

а — чистый, *б* — призонный цилиндрический, *в* — призонный конический, *г* — фундаментный, *д* — рым-болт, *е* — откидные, *ж* — с внутренним шестигранником

шпильки надевают вторую деталь и закрепляют ее гайками. Шпильки устанавливают в корпуса редукторов, двигателей внутреннего сгорания, компрессоров, насосов, паровых машин и т. д. для крепления съемных крышек.

Широко применяют в станкостроении болты с внутренним шестигранником (рис. 12, *ж*). К специальным болтам относятся призонные, фундаментные, откидные, грузовые (рым-болты) и т. п. (рис. 12, *б, в, г, д, е*).

Фундаментные болты служат для закрепления машин на фундаменте и выполняются в виде длинных стержней с резьбой на одном конце (другой конец загибается под углом 90° или полукольцом).

Призонные болты (рис. 12, *б, в*) представляют собой цилиндрические болты или конические штифты, затягиваемые с помощью резьбы и предназначенные для предотвращения взаимного бокового смещения соединяемых деталей.

Откидные винты представляют собой винты с головкой, допускающей поворот винта вокруг оси, перпендикулярной оси винта. Они позволяют быстро зажимать и освобождать соединяемые детали и поэтому широко применяются в приспособлениях для закрепления деталей, обрабатываемых на станках.

Рым-болты (грузовые) имеют вместо головки кольцо для захвата и служат для поднятия изделий.

Болты небольшого размера с цилиндрической, полукруглой потайной или полупотайной головками с прорезями (шлицами) для отвертки, а также с головкой, имеющей накатку, называют винтами. Винты бывают также с головкой под ключ.

Винты по назначению разделяются на крепежные и установочные.

Крепежные винты (рис. 13, а — в) применяют, когда к основной детали требуется прикрепить какую-нибудь вспомогательную деталь, например смотровую крышку к редуктору, направляющую шпонку к валу и т. д. Крепежные винты с потайной головкой часто используют вместо болтов, если выступающие головки обычных болтов мешают работе механизма.

Установочные винты (рис. 13, г, д) отличаются от крепежных тем, что резьба имеется на всем стержне, а также имеется нажимный конец, который входит в соответствующее углубление в детали.

Установочные винты применяют при фиксировании одной детали относительно другой. Такими винтами фиксируют детали, насаженные на оси или валы, например установочные кольца, дистанционные втулки, рычаги, рукоятки и т. д.

Гайки. В зависимости от назначения гайки бывают различной формы и конструкции: шестигранные, квадратные, корончатые, круглые и т. д. (рис. 14). По чистоте обработки поверхностей гайки, как и болты, делятся на чистые, получистые и черные. Черные гайки имеют одну фаску, а чистые и получистые — одну или две. При сборке чаще применяют чистые и получистые гайки.

Разновидностью шестигранных чистых гаек являются корончатые гайки, имеющие прорези для шплинтов (рис.

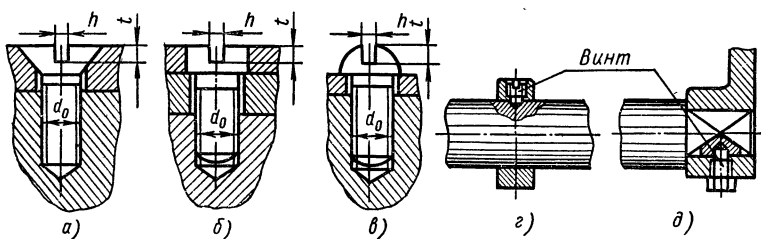


Рис. 13. Винты:

а — с потайной головкой, б — с цилиндрической головкой, в — с полукруглой головкой, г, д — стопорные (установочные) винты

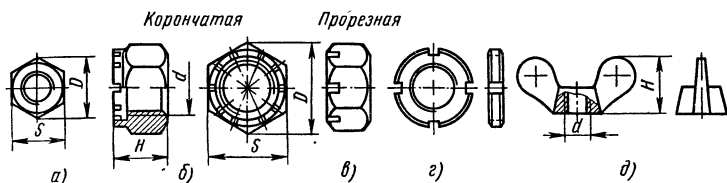


Рис. 14. Гайки:

а — шестигранная чистая, б — корончатая, в — шестигранная с прорезями, г — круглая, д — гайка-барашек

14, б). Существуют гайки и специальной формы: круглые, стяжные, гайки-барашки и др.

Круглые гайки (рис. 14, г) имеют прорези на боковой поверхности для захвата их специальными ключами. Этими гайками крепят на валах кольца подшипников качения и другие детали, регулируют продольные зазоры между деталями и т. д.

Шайбы. При сборке резьбовых соединений под гайки часто подкладывают шайбы. Они бывают черные без фаски, штампованные из листа и чистые с фаской, точенные на станке. Шайбы применяют не только как прокладки, но и как детали, предотвращающие самоотвинчивание гаек, болтов. Шайбы ставят также и тогда, когда нужно увеличить опорную поверхность под гайкой, защитить поверхность детали от задираания гранями гайки или устранить неровности наружной поверхности детали и перекося гайки.

Штифты. Для фиксации соединяемых деталей (если болты вставляют в отверстие с зазором) и разгрузки болтов от боковых усилий используют штифты. Штифты по конструкции делятся на конические и цилиндрические.

Конические штифты бывают гладкие (рис. 15, а), разводные (рис. 15, б) и с резьбой на одном конце (рис. 15, в). Конические штифты имеют конусность 1:50 и применяются в соединениях, подверженных вибрации или толчкам. Разводные концы штифта слегка разводят, что предохраняет штифт от выпадания при толчках.

Конический штифт с резьбой на одном конце вставляют в глухое отверстие, из которого его нельзя извлечь. Для извлечения штифта из гнезда на резьбовой конец навинчивают гайку.

Цилиндрические штифты могут быть гладкие и с насечкой. Гладкие штифты удерживаются в отверстии в результате натяга, создаваемого при посадке (рис. 15, г). Недостатком цилиндрических штифтов является то, что при разбор-

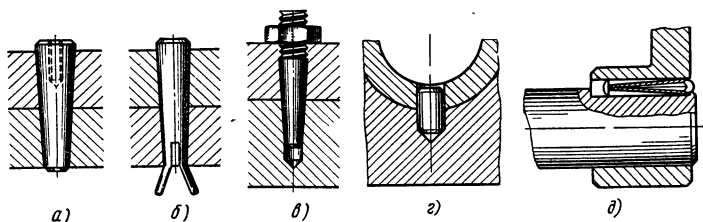


Рис. 15. Штифты:

а — конический, *б* — конический разводной, *в* — конический с резьбой, *г* — цилиндрический, *д* — с насечкой

ке они теряют свой натяг и не могут быть вторично использованы.

Насеченные штифты или штифты с канавками удерживаются в отверстии острыми гранями канавок (рис. 15, д), не требуют развертывания отверстий, обеспечивая при этом повышенную надежность против выпадания без дополнительных средств закрепления. Штифты с канавками допускают повторные сборки и разборки. В отличие от гладких штифты с канавками преимущественно применяют для передачи нагрузки, а не для точного фиксирования взаимного положения деталей. Штифты с канавками применяют в качестве мелких осей.

§ 2. СТОПОРЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Резьбовые соединения не должны нарушаться (самоотвинчиваться) при движениях, толчках и ударах, которым подвергаются детали машин во время работы. Поэтому резьбовые соединения, как бы они ни были крепко затянуты, должны быть еще и надежно застопорены.

Стопорение контргайкой (рис. 16, а) препятствует самоотвинчиванию силой трения, которая возникает в резьбе и на торцовых поверхностях двух гаек. Этот способ стопорения утяжеляет соединения и недостаточно надежен при значительных вибрациях.

Стопорение винтом, ввинченным в гайку, — способ, позволяющий стопорить гайку в любом положении. Недостаток этого способа состоит в том, что резьба болта сминается стопорным винтом. Чтобы избежать этого, под конец стопорного винта ставят сухарь из красной меди (рис. 16, б).

Стопорение разводным шплинтом — один из распространенных и наиболее надежных способов. Разводные

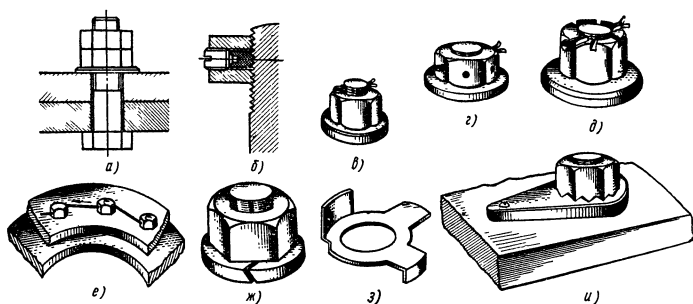


Рис. 16. Стопорение гаек:

а — контргайкой, *б* — винтом, ввинченным в гайку, *в* — разводным шплинтом, вставленным в отверстие болта, *г* — разводным шплинтом, вставленным в сквозное отверстие в гранях гайки, *д* — шплинтом в пазу корончатой гайки, *е* — проволокой, *ж* — пружинной шайбой, *з* — деформируемой шайбой, *и* — фигурной плоской пружиной

шплинты изготавливают с кольцевой головкой из стальной проволоки полукруглого сечения. Концы шплинтов разводятся.

Стопорение разводными шплинтами выполняют тремя способами:

первый — шплинт вставляют в отверстие болта (рис. 16, в). В этом случае он не стопорит гайку, а препятствует ее самоотвинчиванию дальше определенного предела;

второй — после затяжки гайки через одно имеющееся в ней отверстие просверливают болт и вставляют шплинт (рис. 16, г);

третий — отверстие в болте под шплинт просверливают до или после монтажа, затем в это отверстие и в пазы корончатой гайки вставляют шплинт (рис. 16, д).

Стопорение проволокой применяют для парных болтов и целых групп (рис. 16, е). При таком стопорении необходимо следить за тем, чтобы натяжение проволоки способствовало затяжке винтов.

Стопорение пружинной шайбой основано на том, что обеспечивает напряженное состояние резьбового соединения (рис. 16, ж).

Стопорение деформируемыми шайбами (рис. 16, з). Деформируемая шайба простейшей формы имеет два выступа. Один из них, прилегая к краю кромки базы, препятствует проворачиванию шайбы, второй отогнутый по грани гайки — фиксирует ее по отношению к базе. Аналогичную конструкцию можно применить для винта с граненой головкой.

Стопорение фигурной плоской стопорной пластинкой (рис. 16, и) позволяет стопорить гайку в 12 различных положениях. Оно удобно в тех случаях, когда болт стоит далеко от края детали.

Винты диаметром до 8 мм можно стопорить постановкой их на краску.

§ 3. СБОРКА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Подготовка к сборке. Сборку болтового соединения начинают с подготовки поверхностей соединяемых деталей. Если соединяемые детали кованые или литые, то поверхности их соединения должны быть строгаными или фрезерованными. Для создания герметичности иногда плоскости пришабривают или притирают. Величина зазора между плоскостями разъема должна быть указана в технических условиях.

Сборка болтовых соединений. Наиболее распространенный тип болтового соединения — соединение, собранное на болтах, которые входят в отверстия соединяемых деталей с большим зазором. Болт обычно вставляют снизу, а затем навинчивают гайку. Гайки затягивают только тогда, когда поставлены все болты и гайки. Затягивают гайки постепенно. Сначала все гайки завертывают до соприкосновения с шайбами или с поверхностью детали, затем слегка затягивают и только в третий раз затягивают окончательно.

Затягивают гайки не подряд одну за другой, так как при этом затяжка может оказаться неравномерной и повлечь за собой перегрузку отдельных гаек, смятие резьбы и даже обрыв болта. Гайки, расположенные по кругу, например на фланцах, крышках цилиндров и т. д., затягивают крест-накрест также в три приема. На длинных крышках, например на крышках блоков двигателей внутреннего сгорания, крышках больших редукторов, гайки затягивают от середины к краям. Затягивание гаек от краев к середине приводит к искривлению крышек (рис. 17).

Чтобы получить равномерную затяжку всех гаек, применяют специальные предельные ключи, которые отрегулированы на определенную силу затяжки.

Сборка болтового соединения заканчивается стопорением гаек.

Постановка контрольных штифтов. При сборке резьбовых соединений для фиксации соединяемых деталей применяют конические или цилиндрические штифты.

Отверстия под контрольные штифты сверлят после того, как соединяемые детали выверены относительно друг друга.

Штифтов в соединении должно быть не менее двух, и они должны быть расположены друг от друга возможно дальше. Например, при соединении деталей прямоугольной формы контрольные штифты ставят по диагонали. При сверлении отверстий под штифты оставляют припуск на развертывание.

Разборка болтового соединения. Разборку болтового соединения начинают с освобождения гаек от стопорных устройств. После этого приступают к отвинчиванию гаек. Если гайка не отвинчивается, то не следует удлинять рукоятку ключа или прикладывать большие усилия, так как этим можно сорвать резьбу или скрутить болт. В этом случае смачивают резьбу керосином и через некоторое время (когда керосин проникнет в резьбу) вновь пытаются отвинчивать гайку. Если гайка после этого тоже не отвинчивается, то пробуют завинтить ее дальше и, когда она сдвинется с места, вновь начинают отвинчивать.

Когда все гайки отвинчены, удаляют болты и установочные штифты. Штифты удаляют бородком. Чтобы не повредить края отверстия при выбивке штифта, бородок должен быть немного тоньше конца штифта, но слишком тонкий бородок применять не рекомендуется, так как он может расклепать штифт в отверстии.

Если штифт установлен в глухом отверстии, то его удаляют с помощью гайки, которую навинчивают на его выступающий конец. Если гайка упирается в деталь и штифт не вынимается, нужно попытаться сдвинуть его с места легкими ударами по гайке. Если это не помогает, то отвинчивают гайку на несколько оборотов, смачивают керосином и через некоторое время вновь приступают к удалению штифта.

Сборка и разборка соединений на шпильках. Правильно поставленная шпилька в отверстии должна сидеть плотно и при отвинчивании гайки даже с тугой резьбой не должна вывинчиваться из детали. Шпилька должна быть строго перпендикулярна той плоскости, в которую она ввернута. Глубину отверстия делают больше длины резьбовой части шпильки. В глухих отверстиях резьбу нарезают с большой осторожностью.

Шпильки ввертывают и вывертывают следующим способом.

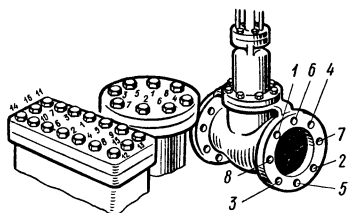


Рис. 17. Порядок затягивания гаек в многоболтовых соединениях (1—8)

Первый способ. На свободный резьбовой конец шпильки навинчивают две гайки. Вращая ключом верхнюю гайку, ввертывают шпильки в гнездо. Этот способ имеет недостаток: отвинчивание гаек со шпилек приводит к ослаблению посадки шпильки.

Второй способ. На конец шпильки свободно навинчивают специальное приспособление — «солдатик» (рис. 18, а), представляющее собой высокую шестигранную гайку. Гайка стопорится на конце шпильки винтом меньшего диаметра, чем основной диаметр шпильки. Затем обычным гаечным ключом вращают гайку, вместе с которой заворачивается шпилька. Когда шпилька завинчена, стопорный винт ослабляют, придерживая гайку ключом; после этого гайка легко свинчивается со шпильки.

Для повышения производительности используют электро- и пневмоинструмент с применением специальной головки шпильковерта (рис. 18, б). Сменную гайку 1 навинчивают на шпильку, упирающуюся в шарик 2, который упирается в пята 3. При ввертывании шпильки до конца шарик будет пробуксовывать по пята. Только после этого шпильковерт переключают на обратный ход и головка свинчивается со шпильки.

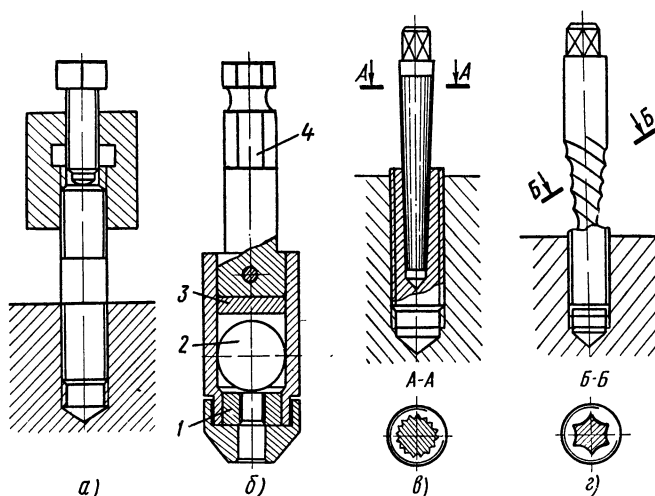


Рис. 18. Приспособления для постановки и удаления шпилек: а — специальное («солдатик»), б — шпильковерт, в — бор, з — экстрактор

Сменными гайками можно ввинчивать шпильки различного диаметра. Наличие на хвостовике шести граней 4 под ключ позволяет использовать головку при завинчивании гаек вручную.

Сломавшиеся шпильки удаляют следующими способами.

1. Если сломанная часть шпильки выступает над поверхностью детали, зашлифовывают грани на выступающей части обломка и затем разводным ключом или ручными тисками вывинчивают обломок.

2. Если обломанная шпилька не выступает над поверхностью детали, то применяют специальный инструмент — зубчатый бор (рис. 18, в). При этом обломок шпильки засверливают и в отверстие забивают закаленный конический стержень с зубцами на поверхности. При вращении за квадратную головку бора шпилька вывертывается. Для вывертывания обломка шпильки в просверленное отверстие может быть вставлен другой инструмент — экстрактор (рис. 18, г), представляющий собой конический стержень, на поверхности которого нарезаны специальные левые канавки. При ввертывании экстрактора шпилька вывинчивается.

К резьбовым соединениям предъявляют следующие требования:

1. Все гайки, входящие в резьбовые соединения, должны быть до отказа и равномерно затянуты.

2. В резьбовых соединениях, работающих при толчках, ударах, вибрации, гайки должны быть заstopорены (затянуты контргайкой), а у подкладных шайб — отогнуты выступы, вставлены штифты и т. д.

3. Болт или шпилька должны выступать над гайкой не менее чем на два витка резьбы.

4. На выступающих концах болтов и шпилек резьба должна быть чистой и полной.

5. Под гайками и головками болтов не должно быть зазоров, и они должны плотно соприкасаться с соединяемыми деталями.

6. При сборке болтовых соединений не допускается наращивание рукояток ключей. Применять можно ключи только с рукоятками стандартной длины.

§ 4. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СБОРКИ И РАЗБОРКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Для сборки и разборки резьбовых соединений применяют ручной и механизированный инструмент. Основным ручным инструментом являются гаечные ключи (рис. 19, а, б, в, г, д), которые делятся на открытые, накидные, торцовые, специальные

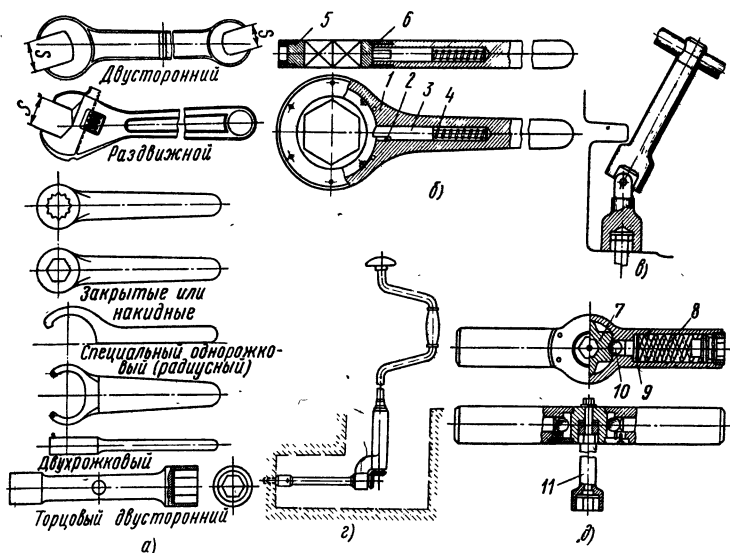


Рис. 19. Гаечные ключи:

а — простые, б — трехточечный, в — шарнирный, г — коловоротный, д — с регулируемым крутящим моментом

для круглых гаек и ключи с регулируемым крутящим моментом.

Открытые ключи для шестигранных и квадратных гаек могут быть односторонними и двусторонними.

Накладные ключи имеют замкнутый зев, охватывающий все грани гайки. Такие ключи в работе более надежны и долговечны. Накладными ключами с 12-гранным зевом можно поворачивать при завертывании гайки на 30° , что важно при работе в труднодоступных местах.

Торцовые ключи применяют для завинчивания и отвинчивания гаек, когда обычным ключом завернуть гайку невозможно. Они значительно сокращают время, так как завертывать гайки можно, не переставляя ключ с грани на грань. Головки торцовых ключей выполняют или заодно с воротком, или съемными, а также с отогнутым воротком и с изогнутым стержнем.

Из специальных ключей широко применяют трехточечные, шарнирные, коловоротные (рис. 19, б, в, г). Трещоточный ключ устроен так. В корпусе 1 между щеками 6 поставлена вставка 5 с шестигранным отверстием, имеющая снаружи пазы, в ко-

торые входит защелка 3, поджимаемая пружиной 4. Защелка удерживается от проворачивания штифтом 2. При вращении ключа по ходу часовой стрелки защелка упирается в паз вставки и заставляет гайку вращаться. Ключ в процессе работы не переставляют, что экономит время при затяжке гаек на 50 — 60 % по сравнению с обычными ключами.

Шарнирный ключ (рис. 19, в) применяют для завинчивания гаек в труднодоступных местах.

Коловоротные ключи (рис. 19, г) используют при завинчивании гаек и болтов небольших размеров, расположенных в труднодоступных местах.

Ключи с регулируемым крутящим моментом применяют для затяжки гаек или болтов с одинаковым усилием. Это необходимо при сборке трубопроводов, фланцев, крышек, а также машин и механизмов, работающих с вибрациями. Устройство торцового ключа с регулируемым крутящим моментом показано на рис. 19, д. Кулачок 7 со вставленным в него сменным торцовым ключом 11 собран в рукоятке. При предельном усилии шарик 10 отжимается кулачком, давит на тарелку 9 и сжимает пружину 8 и сцепление кулачка с рукояткой прекращается.

§ 5. СБОРКА ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Шпонки применяют для закрепления на валах или осях механизмов и машин таких деталей, как маховик, зубчатое колесо, шкив. На рис. 20 показаны клиновые, направляющие, призматические, сегментные и тангенциальные шпонки. Для установки шпонок на деталях делают углубления — шпоночные канавки по формам и размерам шпонок.

Шпоночные соединения бывают **напряженными** (создаваемые клиновыми шпонками и способные передавать крутящий момент и осевую силу) и **ненапряженными** (создаваемые призматическими и сегментными шпонками и передающие только крутящий момент). Шпонки изготовляют из углеродистой конструкционной стали.

Клиновые шпонки (рис. 20, а) представляют собой клин с уклоном 1:100, который запрессовывается между валом и ступицей. Клиновые шпонки применяют при сборке сборочных единиц, не требующих высокой точности, так как они смещают ось ступицы по отношению к оси вала и при короткой ступице могут вызвать перекос.

Слесарную пригонку клиновых шпонок выполняют слесари высокой квалификации, так как это сложная и трудоемкая опе-

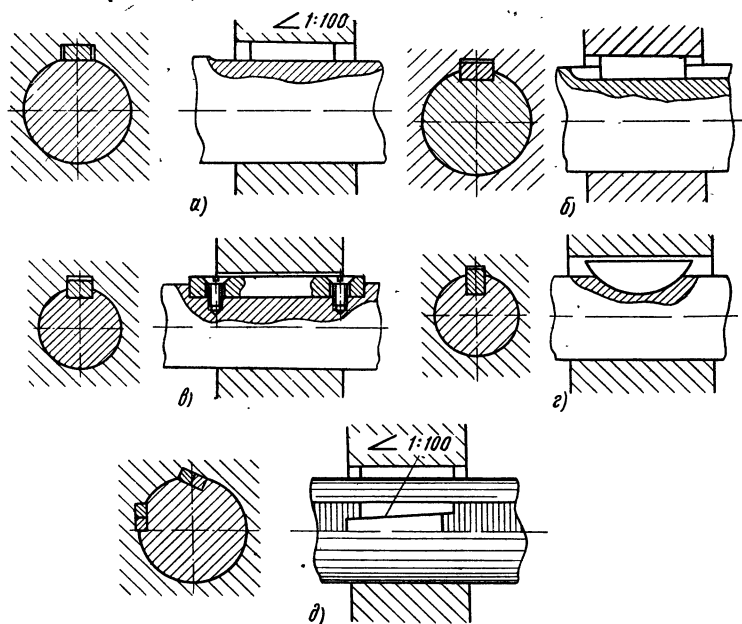


Рис. 20. Типы шпонок:

а — клиновая на лыске, *б* — клиновая врезная (призматическая), *в* — направляющая, *г* — сегментная, *д* — тангенциальная

рация. Сложность пригонки состоит в том, что угол наклона паза насаженной на вал детали должен совпадать с углом наклона шпонки. Пригоняют шпонки припиливанием и пришабриванием по краске.

Призматические шпонки (рис. 20, б) обеспечивают лучшее центрирование вала с сопрягаемой деталью и позволяют осуществлять как неподвижные, так и подвижные соединения. Призматические шпонки закладывают в шпоночные канавки так, чтобы между верхней гранью шпонки и дном канавки верхней детали был зазор. Крутящий момент передается боковыми гранями шпонки, поэтому призматические шпонки должны иметь гарантированный натяг по боковым сторонам в шпоночной канавке.

При сборке соединений призматические шпонки пригоняют сначала по шпоночному пазу на валу, а затем легкими ударами медного молотка или давлением прессы ставят на место. После запрессовки шпонки напрессовывают шкив или зубчатое коле-

со. После сборки контролируют величину радиального зазора между шпонкой и дном шпоночного паза ступицы.

Направляющие шпонки (рис. 20, в) применяют в тех случаях, когда детали должны свободно перемещаться вдоль вала, например кулачковая муфта, скользящие зубчатые колеса, ступицы конусных, дисковых муфт и т. д. Направляющие шпонки крепят на валу винтами.

Сегментные шпонки (рис. 20, г) работают так же, как и призматические, но применяют их только для неподвижных соединений. Крутящий момент передается через боковые грани шпонок и пазов. Основным преимуществом соединения сегментными шпонками является простота и дешевизна изготовления шпонок и шпоночных пазов.

Тангенциальные шпонки (рис. 20, д), как и клиновые, состоят из двух клиньев с уклоном 1:100. Широкая грань тангенциальной шпонки направлена по касательной к цилиндрической поверхности вала. Затяжка осуществляется ударами молотка по торцу широкой части одного из клиньев. Такие шпонки ставят при диаметрах вала более 100 мм.

§ 6. СБОРКА ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Шлицевые соединения широко применяют в машиностроении. Они предназначены для передачи больших крутящих моментов. По сравнению со шпоночными такие соединения имеют следующие преимущества:

- при шлицевом соединении достигается более точное центрирование детали по валу;

- вал почти не ослаблен, особенно при большом количестве шлицев, когда впадины можно сделать неглубокими;

- при сборке шлицевых соединений не требуется никаких слесарно-пригоночных операций, так как после механической обработки деталей таких соединений получается полная их взаимозаменяемость.

На рис. 21, а, б, в, г показаны прямобочные, эвольвентные и треугольные профили шлицев. Самый распространенный профиль шлицев — прямобочный, но теперь стали применять шлицы с эвольвентным профилем, обеспечивающим лучшее центрирование деталей, чем с прямобочным. Треугольные шлицы используют только при небольших нагрузках и на валах небольшого диаметра.

Шлицевые соединения, имеющие подвижные посадки, собирают вручную без пригонки. Шлицевые соединения различают по способу центрирования втулки относительно вала. Суще-

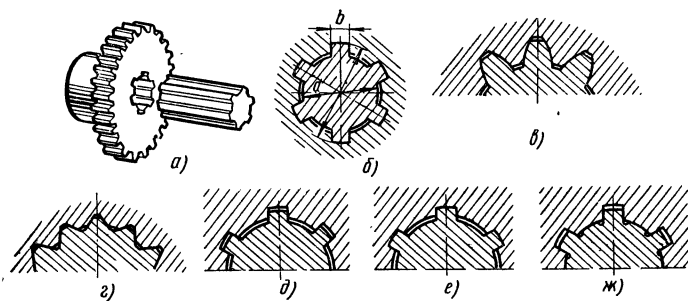


Рис. 21. Шлицевые соединения:

а, б — прямобоочное, *в* — эвольвентное, *г* — треугольное, *д* — центрированное по боковым сторонам, *е* — центрированное по наружному диаметру, *ж* — центрированное по внутреннему диаметру

ствует три способа центрирования вала: по боковым сторонам шлицев (рис. 21, *д*), по наружному диаметру (рис. 21, *е*), по внутреннему диаметру (рис. 21, *ж*).

Когда точность центрирования не имеет существенного значения и в то же время необходимо обеспечить достаточную прочность соединения, применяют центрирование по боковым сторонам шлицев (карданное сочленение в автомобилях).

Когда в механизмах необходимо осуществить кинематическую точность (станки, автомобили и др.), применяют центрирование по одному из диаметров. Центрирование по наружному диаметру, как более экономичное, применяют для термически необработанных охватывающих деталей, а также для таких деталей, у которых твердость после термической обработки допускает калибрование протяжкой. Если твердость охватывающей детали не позволяет производить калибрование, то применяют центрирование по внутреннему диаметру.

Неподвижные соединения, имеющие посадки с натягом, собирают в специальных приспособлениях или с подогревом детали перед напрессовкой.

Подвижные шлицевые соединения после сборки проверяют на качку, неподвижные — на биение.

§ 7. СБОРКА КОНИЧЕСКИХ И ТРУБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Сборка конических соединений. В машиностроении зубчатые колеса, шкивы, маховики, муфты часто сопрягаются с валом с помощью конических соединений. Коническое соединение (рис. 22, *а, б, в, г*) собирают с гарантированным натягом, ко-

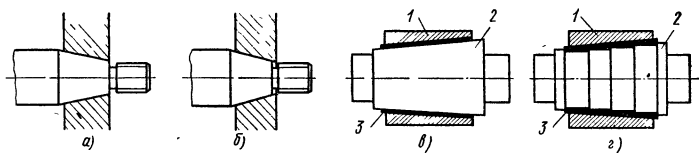


Рис. 22. Конические соединения:

а — неправильное, *б* — правильное, *в, г* — соединение с пластмассовым компенсатором; *1* — охватывающая деталь, *2* — охватываемая деталь, *3* — пластмассовый компенсатор

торый осуществляется за счет напрессовки ступицы на вал. Насаженную на вал деталь крепят гайкой с шайбой.

При коническом соединении не требуется больших усилий для насадки на вал, соединение легко собирается — в этом его преимущество перед цилиндрическим соединением.

Перед сборкой конического соединения проверяют плотность прилегания конических поверхностей вала и ступицы. Эту проверку выполняют обычно по краске.

Чтобы компенсировать погрешности изготовления конических сопрягаемых деталей, используют пластмассовые прослойки. Сущность способа: после сборки конического соединения зазор между сопрягаемыми деталями заполняется жидкотекучей пластмассой. После затвердевания пластмасса превращается в жесткий компенсатор нужного размера и формы, являющийся неотъемлемой частью одной из сопрягаемых деталей. Трудоемкость сборки снижается в том случае, когда в конструкции соединения предусмотрено применение пластмассового компенсатора.

На рис. 22, *в, г* показан пластмассовый компенсатор с гладкой конической поверхностью охватываемой детали (*в*) и ступенчатой поверхностью охватываемой детали (*г*).

Сборка трубных соединений. Жидкости и газы обычно перекачивают насосами или компрессорами по трубопроводам, например в станках по трубам подается жидкость для охлаждения инструмента, смазки подшипников и т. д.

Трубы бывают чугунные, стальные, медные, латунные, алюминиевые. Наиболее распространены стальные трубы. Чугунные трубы применяют для отвода в канализационную сеть загрязненной воды, а медные, латунные и алюминиевые — для подачи горючих и смазочных материалов.

По способу изготовления стальные трубы делятся на две группы: сварные и бесшовные (цельнотянутые). Сварные изготавливают из мягких сортов углеродистых сталей, хорошо под-

дающихся сварке, бесшовные — из углеродистых и легированных сталей.

Г и б к а т р у б. Трубы гнут ручным и механическим способами, с наполнителями и без наполнителей. Наполнители применяют для предотвращения образования складок и сплющивания стенок. Наполнителями могут быть просушенный мелкий песок, свинец или канифоль.

Одним из существенных моментов, влияющих на качество работы при выполнении гибки труб, является правильный выбор радиуса изгиба, зависящего от диаметра, толщины и металла трубы.

При гибке дюралюминиевых труб в качестве наполнителя применяют канифоль. Трубу предварительно отжигают при температуре 623—673 К (350—400 °С) и охлаждают на воздухе. После того как труба будет изогнута, канифоль выплавляют с концов, чтобы она не разорвала трубу.

Медные и латунные трубы гнут как в горячем, так и в холодном состоянии. В последнем случае трубы перед гибкой должны быть предварительно отожжены при 873—973 К (600—700 °С) и охлаждены в воде или на воздухе.

Если трубопровод не требует разборки, то трубы сваривают. Если соединение труб разъемное, применяют фланцы или фитинги.

Соединение труб на фланцах. Фланцевое соединение труб, как более надежное, используют в ответственных трубопроводах. По характеру присоединений фланцев к трубам различают четыре типа соединений: приварка встык (рис. 23, а), соединение на резьбе (рис. 23, б), соединение развальцовкой (рис. 23, в, г), соединение разбортовкой труб (рис. 23, д).

Чтобы создать герметичность, между фланцами укладывают прокладки из мягкого упругого материала. Для уплотнения трубопровода с холодной и теплой водой применяют резиновые прокладки толщиной от 1 до 8 мм. Резиновые прокладки не применяют для уплотнения фланцевых соединений, через которые проходят масло, нефть, бензин, керосин, горячая вода и пар, так как в этих условиях резиновые прокладки разрушаются.

В трубопроводах, которые подвергаются действию высоких температур, в фланцевых соединениях применяют прокладки из асбеста, клингерита и паронита. При больших давлениях и высоких температурах для уплотнения фланцевых соединений применяют прокладки из свинца, красной меди или мягкой стали.

При сборке труб на фланцах соединительные поверхности

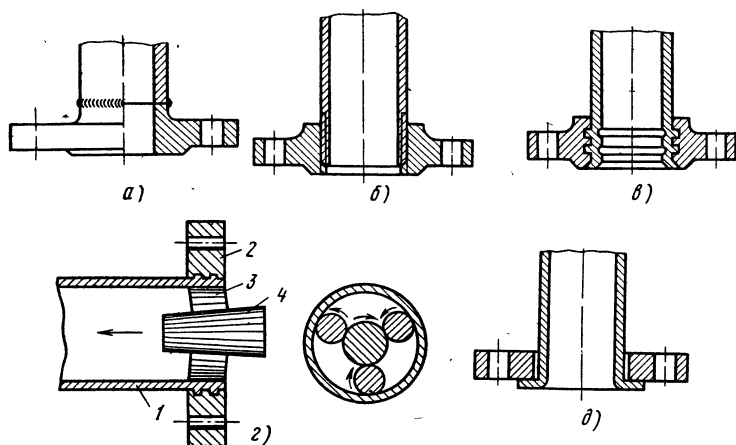


Рис. 23. Соединение труб на фланцах:

а — приварка встык, *б* — на резьбе, *в* — развальцовкой, *г* — схема работы вальцовки, *д* — разбортовкой; *1* — труба, *2* — фланец, *3* — ролик, *4* — конус вальцовки

фланцев должны быть чисто обработаны и не иметь забоин и вмятин. Фланцы на трубах закрепляют строго перпендикулярно оси трубы. После укладки прокладок устанавливают болты или шпильки. При сборке фланцевых соединений гайки затягивают крест-накрест, чтобы не получилось перекоса фланцев.

Если трубопровод работает при высокой температуре, то перед сборкой протирают графитом резьбу на болтах и гайках, чтобы в дальнейшем можно было легко разобрать соединения.

Соединение труб на фитингах. Фитингами называют фасонные соединительные детали трубопровода, внутри которых нарезана резьба. Их изготовляют из низкоуглеродистой стали или из ковкого чугуна и применяют для соединения труб небольших диаметров и труб, работающих при низких давлениях. Фитингами можно соединять трубы под разными углами, делать ответвления, переходы с одного диаметра на другой и т. д.

С помощью фитингов к трубопроводу присоединяют различную арматуру, т. е. приспособления для включения, отключения и регулирования потока газа, пара или жидкости. По назначению арматура разделяется на четыре основные группы:

запорная — краны, вентили, задвижки, предназначенные для включения или отключения потока жидкости, газа или пара;

предохранительная — различные клапаны, предохраняющие трубопроводы и резервуары от опасного повышения давления; регулирующая — для регулирования давления и количества подаваемого газа или жидкости;

указатели уровня жидкости — различные водомерные стекла, указатели и т. д.

Сборка труб на резьбе. Соединяют трубы на резьбе с помощью муфт. На концах труб нарезают резьбу с таким расчетом, чтобы концы соединяемых труб не доходили до середины муфты на три витка (рис. 24, а). Если необходимо иметь разборное соединение в середине трубопровода, то применяют соединение на сгоне. В таких соединениях одна из труб имеет короткую резьбу, а другая — длинную (рис. 24, б). Участок с длинной резьбой называется сгоном. Для непроницаемости резьбу обматывают льняной паклей, промазанной специальной замазкой, состоящей из двух весовых частей сурика и одной части натуральной олифы. Чтобы льняная прядь не сдиралась при навинчивании муфт на трубы, необходимо у муфты с каждой стороны круглым напильником спилить резьбу по одному витку.

Собирают соединения на сгоне следующим образом. Сначала на длинную резьбу без подмотки навинчивают контргайку и муфту, причем контргайку нужно ставить фаской к муфте. Короткую резьбу обматывают льняной прядью и смазывают замазкой. Затем муфту сгоняют с длинной резьбы на короткую и завинчивают до упора. После этого завинчивают контргайку.

Соединение труб способом развальцовки. После того как фланец будет надет на конец трубы, специальным инструментом — вальцовкой надавливают изнутри на стенку трубы и вдавливают материал трубы в канавки фланца. Этим достигается необходимая плотность соединения фланца с трубой.

Процесс развальцовки состоит в следующем: на конец трубы, зажатой в прижиме, надевают фланец. Затем в трубу вставляют вальцовку с роликами. При вращении вальцовка своими роликами раскатывает трубу, вдавливая металл трубы

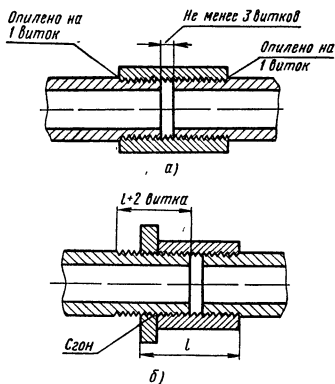


Рис. 24. Сборка труб на резьбе:
а — на муфте, б — на сгоне

в канавки фланца. На рис. 23,2 показана схема работы вальцовки.

Испытание трубопровода. После сборки трубопровод проверяют. При наружном осмотре обращают внимание на затяжку гаек фланцевых соединений и контргаяк и обстукивают легкими ударами молотка все фасонные части. Дребезжащий звук указывает на трещины, появившиеся при затяжке.

После наружного осмотра трубопровод вместе с арматурой подвергают гидравлическому испытанию. При гидравлическом испытании проверяют прочность всех элементов (отсутствие трещин, пор, раковин и т. д.), а также герметичность всех соединений. Дефектные детали заменяют, соединение подтягивают или собирают вновь, затем гидравлическое испытание повторяют.

§ 8. КЛЕММОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Клеммовые соединения применяют для закрепления деталей на валах и осях, цилиндрических колоннах, кронштейнах и т. д. Одним из примеров клеммового соединения является соединение для круглых направляющих 1 при перестановочных перемещениях механизма. После перестановки механизма осуществляют затягивание зажимным болтом 2 (рис. 25). При соединении деталей с помощью клемм используют силы трения, которые возникают при затяжке болтов.

К достоинствам клеммового соединения относятся простота монтажа и демонтажа, самопредохранение от перегрузки, а также возможность перестановки и регулировки взаимного расположения деталей как в осевом, так и в окружном направлениях (регулировка положения рычагов и тяг в механизмах управления и т. п.).

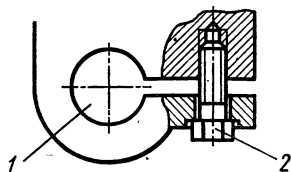


Рис. 25. Клеммовое соединение

Контрольные вопросы

1. Назовите виды (профили) резьб и область их применения.
2. В какой последовательности затягивают гайки в групповом резьбовом соединении?
3. Перечислите дефекты резьбовых соединений и назовите их причины.
4. Назовите виды шлицевых соединений.
5. Расскажите о назначении конических соединений и их преимуществах перед цилиндрическими.
6. Для закрепления каких деталей применяют клеммовое соединение?

Глава IV

СБОРКА НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

§ 1. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЗАКЛЕПКАМИ

Процесс получения неразъемных соединений с помощью заклепок называют *клепкой*. Обычно заклепочное соединение состоит из листов или из материала фасонных профилей, соединенных заклепками. Клепка мелкими заклепками с диаметром стержня до 8–10 мм производится в холодном состоянии, а с диаметром стержня более 10 мм — в нагретом состоянии.

По назначению заклепочные швы делятся на три вида: прочные, прочноплотные, плотные.

Прочные предназначены для соединения ферм, мостов, колонн, радиомачт и т. п.

Прочноплотные применяют при изготовлении резервуаров с высоким внутренним давлением. Наряду с прочностью такой шов должен обладать хорошей герметичностью. Герметичность прочноплотных швов достигается чеканкой.

Плотные используют при изготовлении баков, сосудов, резервуаров и других изделий. Такие швы должны обладать также высокой герметичностью. Для повышения герметичности между склепываемыми листами ставят различные прокладки или шов чеканят.

По виду соединения листов заклепочные швы делятся на следующие:

нахлесточное соединение (рис. 26, а), когда один лист накладывают на другой;

стыковое соединение с одной или двумя накладками, когда листы подводят встык и соединяют наложенной на них одной накладкой (рис. 26, б) или двумя (рис. 26, в). Кроме того, по расположению заклепок швы делятся на однорядные, двухрядные, многорядные, параллельные и шахматные.

Процесс *клепки*. Чтобы выполнить заклепочное соединение, в соединяемых листах просверливают отверстия под заклепки. Зазор между стержнем заклепки и отверстием деталей указывается в ТУ на заклепочные соединения. Затем заклепку вставляют в отверстие и, подставив под закладную головку обжимку (в качестве поддержки), сильно затягивают ударами молотка по головке-натяжке.

После того как заклепка поставлена в отверстие и затянута,

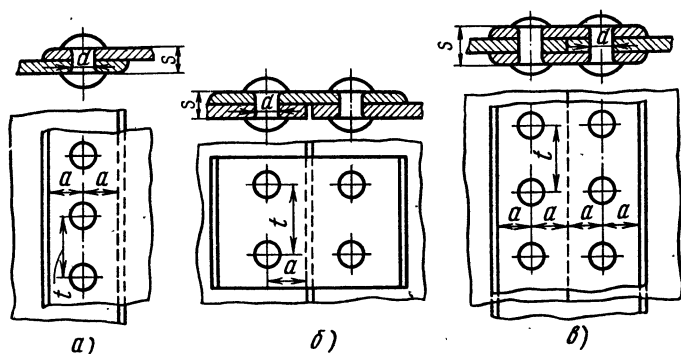


Рис. 26. Заклепочные швы:

а — нахлесточный, *б* — стыковой с одной накладной, *в* — стыковой с двумя накладками

приступают к образованию замыкающей головки. Для этого наносят удары молотком (сначала легкие, а затем более сильные) или непосредственно по концу стержня заклепки, или с помощью обжимки и тем самым придают правильную форму замыкающей головке заклепки.

Чтобы получить высокое качество шва, заклепки правильно располагают по длине соединения. Параметры заклепочных швов указываются в ТУ на заклепочное соединение.

Необходимое количество заклепок, их диаметр и длину определяют расчетным путем. Диаметр заклепок выбирают в зависимости от толщины склепываемых листов по формуле $d = \sqrt{2S}$, где d — диаметр заклепки, мм, S — толщина склепываемых листов, мм.

Расстояние между центрами отверстий для заклепок (шаг заклепок) рассчитывают по формуле $P = 3d + 2$ мм, где P — шаг заклепок, мм, d — диаметр заклепок, мм.

Расстояние от центра заклепки до края листа должно быть не менее $1,5d$.

Длина стержня заклепки зависит от толщины склепываемых листов и формы замыкающей головки (рис. 27, *а, б, в, г, д*). Замыкающая головка образуется из выступающей части стержня. Длина этой части стержня для образования потайной головки должна быть от 0,8 до 1,2, а для образования полукруглой головки — от 1,2 до 1,5 диаметра заклепки. Таким образом, полная длина стержня при потайной клепке должна составлять: $l = SP(0,8 \div 1,2)d$, а при клепке с образованием полукруглой замыкающей головки $l = S + (1,2 \div 1,5)d$, где l — длина стержня

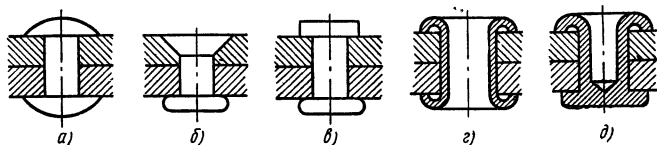


Рис. 27. Виды заклепок:

a — с полукруглой головкой, *б* — с потайной головкой, *в* — с цилиндрической головкой, *г* — пустотелая двусторонняя, *д* — пустотелая односторонняя

заклепки, мм, *S* — толщина склепываемых листов, мм, *d* — диаметр заклепки, мм.

Диаметр и длину стержня заклепки определяют по данным табл. 1. После окончания клепки проверяют головки и кромки листов, в первую очередь правильность формы головок и плотность их прилегания к листам. В некоторых случаях полноту замыкающей головки и шаг между заклепками проверяют шаблонами, а отсутствие зазоров между склепываемыми листами — щупами.

1. Размеры заклепок в зависимости от толщины склепываемых листов, мм

Толщина листов	Диаметр заклепок	Длина выступающей части стержня	Общая длина заклепки
1	2,5	4	5
1,5	2,5	4	5—6
2,0	2,5—3,0	4—5	6—8
2,5	3,0—3,5	5—5,5	8
3,0	3,5	5,5	8—10
4,0	4	6	10
5,0	4—6	6—9	12—14
6,0	6—8	9—12	16—18

Механизация клепки. Ручная клепка — медленный и трудоемкий процесс. При большом объеме работ клепку механизуют, что повышает производительность и облегчает труд. Механизация процесса клепки достигается применением механизированного инструмента и оборудования: кондукторов и многошпиндельных головок для сверления отверстий под заклепки, клепальных пневматических молотков и механизированных, облегченных поддержек, специальных машин, прессов, агрегатных автоматов и др.

Облегченная инерционная поддержка (рис. 28, *a*) вдвое легче обычной и с меньшей амплитудой колебания в 4—5 раз. С закладной головкой заклепки соприкасается боек 1, который опирается на поршень 2, поджимаемый

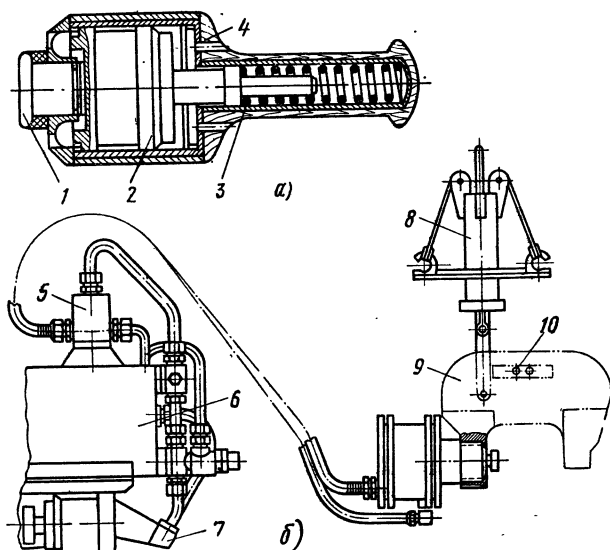


Рис. 28. Механизированный инструмент для клепки:

а — облегченная инерционная поддержка, *б* — гидравлическая скоба; 1 — боек, 2 — поршень, 3 — пружина, 4 — корпус, 5 — золотниковый распределитель, 6 — гидронасос, 7 — кронштейн, 8 — подвеска, 9 — скоба, 10 — опоры

к бойку пружиной 3. Снаружи поддержка имеет деревянный корпус 4. Такую поддержку используют с пневматическими клепальными молотками.

Нередко вместо ударной клепки применяют прессовую. При прессовой клепке достигается большая прочность заклепочного соединения. Получение заклепочного соединения под прессом дает возможность одновременно обжимать несколько заклепок. Для механической операции клепки применяют соответствующие типы гидроклепальных станков и скобы механического, гидравлического, пневматического и пневмогидравлического действий (рис. 28, б).

§ 2. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПАЙКИ

Процесс получения неразъемного соединения материалов с нагревом ниже температуры их автономного расплавления с помощью расплавленного промежуточного металла (припоя), плавящегося при более низкой температуре, чем соединяемые детали, — называется п а й к о й. Соединение материалов происходит в результате диффузии припоя и основного материала

путем смачивания, растекания и заполнения зазора между ними расплавленным припоем и сцепления их при кристаллизации шва (рис. 29, а — з).

В зависимости от температуры в контакте соединяемых материалов пайка подразделяется на низкотемпературную и высокотемпературную. При первой температуре нагрева не превышает 723 К (450 °С), а при второй — выше 723 К (450 °С). Нагрев может производиться паяльником, токами высокой частоты, в печах, в пламени газовой горелки и т. д.

В качестве припоев используются цветные металлы и их сплавы, которые в зависимости от температуры плавления подразделяются на мягкие и твердые. Мягкие припои, имеющие температуру плавления не выше 723 К (450 °С), обладают невысокой механической прочностью, твердые припои — температура плавления свыше 723 К (450 °С) — имеют высокую механическую прочность.

В качестве мягких (легкоплавких) припоев применяют оловянно-свинцовые, висмутовые, кадмиевые и другие сплавы. Наиболее низкотемпературные припои содержат индий, висмут и кадмий, температура плавления которых 343—418 К (70—145 °С).

В качестве твердых (тугоплавких) припоев применяют в основном три вида припоев: медно-цинковые ПМЦ и латунь Л-62, серебряные ПСР и медно-фосфористые марки ПМФ, обладающие хорошей жидкотекучестью и обеспечивающие высокое качество пайки.

Припои характеризуются с учетом температуры начала и конца плавления. Данные некоторых припоев, широко применяемых при сборке неразъемных соединений в машино- и приборостроении, приведены в табл. 2.

Чтобы повысить качество пайки, применяют флюсы, которые растворяют окислы на поверхности металлов и защищают нагретые детали и жидкий припой от окисления. Флюсы увеличивают жидкотекучесть припоев при пайке.

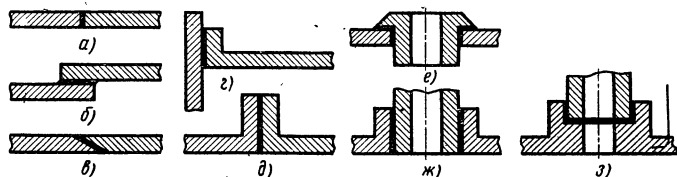


Рис. 29. Паяные соединения:

а — встык, б — внахлестку, в — встык со скошенными кромками, г, д — внакладку, е, ж — припаивание фланцев, з — в шпунт

2. Припои, применяемые при сборке неразъемных соединений

Марка припоя	Содержание	%	Температура плавления		Назначение
			начало	конец	
ПОС-10	Олово Свинец	10 90	541 К (268 °С)	572 К (299 °С)	Пайка деталей из стали, меди, латуни; прочность шва пониженная
ПОС-30	Олово Свинец	30 70	509 К (236 °С)	535 К (262 °С)	Пайка радиаторов, лужение подшипников, пайка электрооборудования и приборов
ПОС-40	Олово Свинец	40 60	462 К (189 °С)	511 К (238 °С)	Пайка радиаторов, коллекторов, электрических машин, приборов, электрооборудования
ПОС-61	Олово Свинец	61 39	436 К (163 °С)	463 К (190 °С)	Ответственная электромонтажная пайка, пайка электрорадиоаппаратуры
ПОС-90	Олово Свинец	90 10	485 К (212 °С)	503 К (230 °С)	Пайка и лужение деталей, требующих повышенной коррозионной стойкости
ПОСК 50-18	Олово Свинец Кадмий	50 32 18	405 К (132 °С)	418 К (145 °С)	Для пайки деталей из меди и ее сплавов, не допускающих местного нагрева; пайка полупроводниковых приборов

Продолжение табл. 2

Марка припоя	Содержание	%	Температура плавления		Назначение
			начало	конец	
ПСР-10	Медь Серебро Цинк	53 10 37	498 К (225 °С)	508 К (235 °С)	Пайка серебряных деталей
ПСР-45	Медь Серебро Цинк	30 45 25	938 К (665 °С)	998 К (725 °С)	Пайка деталей из меди, латуни, нержавеющей стали, бронзы, никеля, кобальта
ПСР-72	Медь Серебро	72 28	1012 К (739 °С)	1052 К (779 °С)	Пайка с медью, медными и медно-никелевыми сплавами
ПМЦ-36	Медь Цинк	36 64	1086 К (813 °С)	1110 К (837 °С)	Пайка деталей из латуни с содержанием меди до 68 %
ПМЦ-48	Медь Цинк	48 52	1118 К (845 °С)	1148 К (875 °С)	Пайка деталей из медных сплавов с содержанием меди свыше 68 %
ПМЦ-54	Медь Цинк	54 46	1146 К (879 °С)	1161 К (888 °С)	Пайка медных, стальных, бронзовых деталей
П34-А	Кремний Медь Алюминий	6 28 66	763 К (490 °С)	778 К (505 °С)	Для пайки изделий из алюминия и его сплавов

По химическому составу флюсы делятся на две группы: кислотные и бескислотные. К первой группе относятся: флюсы, растворяющие окислы металла и хорошо очищающие место пайки (соляная кислота, хлористый цинк, бура и др.).

При паянии твердыми (тугоплавкими) припоями в качестве флюса применяют обезвоженную порошковую буру или ее смесь с борной кислотой. Бура в расплавленном состоянии имеет хорошую текучесть и быстро растворяет окислы металлов, в особенности меди. Борная кислота снижает температуру плавления флюса с 1013 до 853 К (с 740 до 580 °С).

Для пайки легкоплавкими припоями используют раствор хлористого цинка (травленая соляная кислота) и хлористый аммоний (нашатырь). При пайке цинка или оцинкованных деталей место пайки смазывают разбавленной соляной кислотой.

Правильный выбор флюса при пайке имеет большое значение для высокого качества соединения. Его выбирают в зависимости от применяемого припоя и соединяемых металлов, а также характера сборочных работ. Флюс должен плавиться при температуре ниже температуры плавления припоя, чтобы во время пайки он находился в жидком состоянии и равномерно растекался по основному металлу. Флюсы образуют жидкую и газообразную защитную зону, предохраняющую поверхность металла и расплавленного припоя от окисления; растворяют и удаляют пленки окислов и загрязнения с поверхности.

Данные некоторых флюсов, применяемых при сборке неразъемных соединений, приведены в табл. 3.

3. Флюсы, применяемые при пайке

Флюсы	Назначение
Хлористый цинк	Для пайки оловянно-свинцовыми припоями (ПОС)
Соляная кислота (травл.)	То же
Фосфорная кислота	»
Нашатырь	»
Канифоль	Для бескислотной пайки меди и латуни (ПОС)
Стеарин	Для пайки свинца (ПОС)
Бура обезвоженная	Для пайки медно-цинковыми припоями (ПМЦ)
Фтористый натрий	Для пайки серебряными припоями (ПСР)
Борная кислота (60%)	То же
Фтористый калий (40%)	»
34А	Для пайки алюминия

Подготовка деталей к пайке и лужению заключается в следующем: поверхности деталей в местах соединений тщательно зачищают напильником, шабером, металлической щеткой или шлифовальной шкуркой с целью удаления загрязнений, ржавчины, окисных и жировых пленок, а иногда дополнительно обезжиривают бензином, спиртом или другими растворителями.

Пайка легкоплавкими припоями. При этой пайке зазор между соединяемыми кромками должен быть не более 0,2—0,4 мм. При таком зазоре жидкий припой проникает в него, лучше скрепляет кромки. Подготовленные поверхности покрывают флюсом непосредственно перед горячим лужением или пайкой. Детали нагревают паяльником, нагретым до температуры плавления припоя. Перегрев паяльника может привести к сильному окислению его рабочей поверхности и сгоранию припоя.

Как только шов прогреется до температуры плавления припоя, последний растечется и заполнит зазор между соединяемыми деталями. При охлаждении припой образует плотное соединение шва. Места пайки промывают в проточной или горячей воде, чтобы очистить их от остатков флюса. При подготовке деталей к пайке, если нужно получить герметичность шва, места пайки предварительно облуживают.

Лужение заключается в покрытии поверхностей тонким слоем расплавленного припоя, который защищает металл от окисления. Наиболее часто применяют горячее и гальваническое лужение.

Процесс лужения аналогичен процессу пайки. Поверхности деталей медленно нагревают до температуры 473—523 К (200—250 °С), затем, на них насыпают флюс и припой в порошкообразном виде. Как только припой начнет плавиться, его растирают по поверхности чистой ветошью. Крупные детали облуживают по участкам. После лужения деталь тщательно промывают в горячей воде, чтобы удалить остатки флюса, который может вызвать коррозию луженого металла.

Пайку алюминия и его сплавов также разделяют на два вида: мягкими припоями с температурой плавления 423—623 К (150—350 °С) и твердыми припоями с температурой плавления 698—863 К (425—590 °С).

Основным препятствием при пайке алюминия является окисная пленка на его поверхности, которая не растворяется и не восстанавливается обычными флюсами, используемыми при пайке других металлов. При удалении окисной пленки механическим путем она мгновенно возникает вновь вследствие

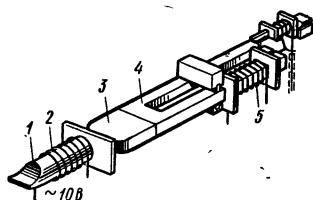


Рис. 30. Вибрационный ультразвуковой паяльник:

1 — наконечник, 2 — соленоид,
3 — вибратор, 4 — корпус, 5 — генератор

соединения поверхностного слоя алюминия с кислородом воздуха.

Применяют целый ряд других припоев и флюсов для пайки алюминия и его сплавов. Пайку алюминия и его сплавов мягкими (легкоплавкими) припоями выполняют ультразвуковым паяльником (рис. 30). Припоями при этом способе пайки могут быть сплавы на основе олова или цинка.

Ультразвуковой паяльник, вибрирующий в процессе пайки с ультразвуковой частотой (20—22 кГц), наконечником погружают в расплавленный припой, и под этим слоем паяльник разрушает окисную пленку; припой соединяется с очищенной поверхностью металла и облуживает ее. Применение ультразвукового паяльника облегчает и ускоряет процесс пайки алюминия и его сплавов мягкими легкоплавкими припоями и отчасти увеличивает коррозионную стойкость паяных соединений.

Пайка тугоплавкими припоями. При пайке тугоплавкими припоями образуется прочный шов, выдерживающий значительные нагрузки. Перед пайкой поверхности деталей обрабатывают механическим способом и подгоняют друг к другу так, чтобы зазор между ними был не более 0,04—0,08 мм. Кромки деталей должны иметь шероховатую поверхность (это улучшает сцепление припоя с основным металлом). Детали при пайке тугоплавкими припоями нагревают газовыми горелками, в электрических, пламенных и газовых печах.

Наиболее совершенным способом паяния является пайка токами высокой частоты. Сущность этого способа заключается в том, что подготовленные к пайке детали помещают в переменное электрическое поле токов высокой частоты, в результате поверхности деталей быстро нагреваются. Нагрев на этих установках создает возможность автоматизации процесса с устойчивыми режимами пайки. На высокочастотных установках могут быть применены и другие усовершенствования технологии: пайка в вакууме, в нейтральной защитной или в восстановительной среде, предохраняющей места пайки от окисления.

§ 3. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СКЛЕИВАНИЕМ

Склеивание — метод сборки неподвижных и неразъемных соединений — применяют для соединения деталей из самых различных материалов и металлов как между собой, так и металла с неметаллическими материалами.

Промышленность выпускает большое число клеев. Широко применяют карбинольный клей, который готовят из карбинольного спирта, перекиси бензола и окиси цинка или гипса, клеи марок БФ, термопленовый, эпоксидный, бакелитовый и др. Созданы теплостойкие склеивающие составы, успешно работающие при температуре 323—573 К (50—300 °С) и выше. Некоторые марки клеев приведены в табл. 4.

Технологические процессы при склеивании значительно проще, чем при многих других методах получения неподвижного соединения деталей. Процесс склеивания включает следующие этапы: подгонку склеиваемых поверхностей, очистку поверхностей с помощью органических растворителей или путем механической очистки, обезжиривание, нанесение клея (кистью или пульверизатором), склеивание и выдерживание склеенных поверхностей под давлением (рис. 31).

После выдержки швы очищают от подтеков клея механическим способом — соскабливанием шабером, наждачной бумагой, заостренным предметом (ножом, скальпелем), не нарушая покрытия поверхности деталей.

Механическая прочность склеенного соединения зависит от вида и качества клея, от качества склеиваемых поверхностей, от толщины слоя клея и равномерности его распределения, от соблюдения температурных и других режимов.

Важнейшее свойство любого клея — это адгезия, т. е. способность сцепляться с поверхностью материала. Адгезия может быть различна в зависимости от типа клея и характера склеиваемых поверхностей.

Виды дефектов при склеивании, их причины и контроль клеевого соединения. Основным дефектом при склеивании является непрочность, т. е. наличие участков, в которых не произошло соединения. Местное непрочное склеивание получается вследствие загрязнений, следов влаги и жира, недостаточного давления при прессовании и преждевременного затвердевания клея до создания давления.

Неправильный температурный режим при склеивании также ухудшает качество соединения. Резкое повышение температуры приводит к пережогам, из-за которых шов становится хрупким.

4. Клей, применяемые для соединения деталей

Наименование и марка клея	Выдержка, мин		Температура при выдержке клея	Давление, кПа	Температура склеивания	Время выдержки под давлени- ем, ч	Применение
	1-й слой	2-й слой					
Эпоксидные клеи холодного отвержде- ния	—	—	—	20	293—303 К (20—30 °C)	24	Склеивание деталей из одно- родных и разнородных мате- риалов (металл, дерево, стекло, пластмассы и др.)
Эпоксидные клеи горячего отвержде- ния	—	—	—	20	343—433 К (70—160 °C)	2—3	То же
Полиуретановый клей (ПУ-2) холо- дного отверждения	5—20	—	288—303 К (15—30 °C)	50	288—303 К (15—30 °C)	24	»
Полиуретановый клей (ПУ-2) горяче- го отверждения	5—20	—	288—303 К (15—30 °C)	50	343—383 К (70—110 °C)	70—100	Склеивание деталей из од- нородных и разнородных ма- териалов (металл, дерево, стек- ло, пластмассы и др.)
Карбинольный клей	5—10	—	288—303 К (15—30 °C)	200	293—300 К (20—27 °C)	48	Соединение деталей (из различных материалов, кро- ме резины), не подвергае- мых ударным нагрузкам

Продолжение табл. 4

Наименование и марка клея	Выдержка, мин		Температура при выдержке клея	Давление, кПа	Температура склеивания	Время выдержки под давлени- ем, ч	Применение
	1-й слой	2-й слой					
Бакелитовый клей	—	8—10	288—303 К (15—30 °С)	200	343—433 К (70—160 °С)	12	Соединение металлов, пласт- масс и текстильных мате- риалов
Клеи БФ-2 и БФ-4	40—60	60—70	288—363 К (15—90 °С)	500	343—433 К (70—160 °С)	0,5—4	Склеивание любых материа- лов в различном сочетании друг с другом
Клей № 88	3—5	5—6	288—303 К (15—30 °С)	50	298—303 К (20—30 °С)	24	Склеивание холодным спо- собом резины с металлом и стеклом
Термопреновый клей	10—15	25—30	288—303 К (15—90 °С)	100	293—303 К (20—30 °С)	24	Склеивание резины с резиной и металлами (кроме меди и ее сплавов)
Совпреновый клей № 4	30—60	30—60	288—303 К (15—30 °С)	50	291—298 К (18—25 °С)	3—5	Склеивание резиновых изде- лий, ткани, кожи и различ- ных их комбинаций
Перхлорвиннило- вый клей	1—2	—	288—298 К (15—25 °С)	50	288—303 К (15—30 °С)	1—2	Склеивание термопластиче- ских материалов между собой и с металлами
Нитроцеллюлоз- ный клей (АК-20)	0,5—1	0,5—1	288 К (15 °С)	50	288 К (15 °С)	4—5	Соединение различных во- локнистых материалов (ткани, кожи, картона, пластмасс, де- рева)

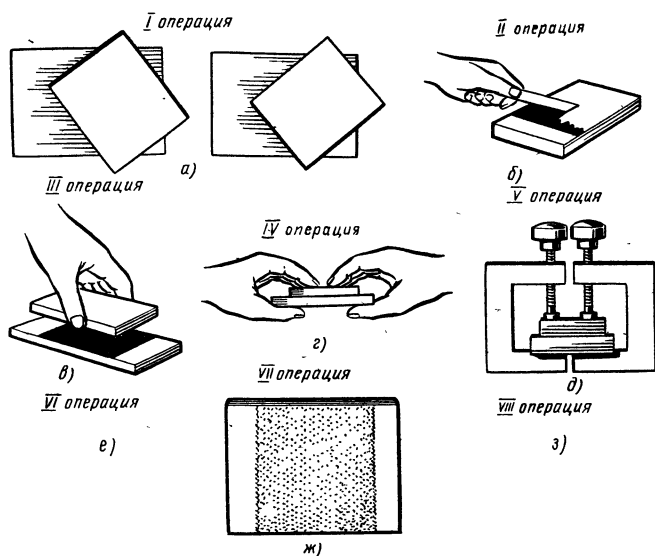


Рис. 31. Технологический процесс склеивания:

а — подготовка поверхностей, *б* — нанесение клея на соединяемые поверхности; нанесение второго слоя и выдержка (по табл.), *в* — совмещение, *г* — притирка, *д* — соединение поверхностей, наложение давления, *е* — удаление излишков клея, *ж* — термообработка (полимеризация), *з* — технический контроль качества склеивания (визуально)

Наиболее совершенными методами контроля качества готовой продукции при современной технике являются использование ультразвуковых установок и пьезоэлектрических вибраторов. Места с различным качеством проклейки будут отличаться проницаемостью звука и вибрацией.

Склеенные детали следует систематически испытывать на механическую прочность соединения.

§ 4. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ

Соединение деталей дуговой сваркой. При дуговой сварке металл плавится под действием теплоты электрического тока. Для получения вольтовой дуги применяют сварочные машины и аппараты постоянного и переменного тока.

Процесс сварки осуществляется следующим образом. В электрическую цепь сварочной установки (рис. 32) включают свариваемые детали, противоположным полюсом является при-

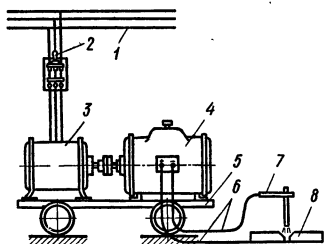


Рис. 32. Схема электрической цепи дуговой сварки:

1 — заводская сеть, 2 — рубильник для включения двигателя в сеть, 3 — электродвигатель, 4 — сварочный генератор, 5 — рама сварочной машины, 6 — сварочные провода, 7 — электрододержатель, 8 — свариваемая деталь

сачочный материал (электрод), который изготовляют из мягкой стальной проволоки диаметром 2—12 мм с содержанием углерода до 0,25 % и который плавится под действием теплоты вольтовой дуги; расплавленный металл электрода заполняет кратер, образуемый вольтовой дугой. Температура дуги в момент сварки достигает 6973 К (6700 °С). Дуговая сварка дает возможность получить различные соединения и швы (рис. 33, а—з).

Качество сварочных работ улучшается в случае применения автоматической дуговой сварки под слоем флюса и в среде защитных газов.

Для легких сплавов — алюминиевых, магниевых — широкое распространение получает защита места сварки струей инертных газов: аргона, водорода и углекислого газа (рис. 34, в).

Полуавтоматическая аргонодуговая сварка. Этот вид сварки характеризуется большой производительностью, чистотой шва, отсутствием флюсов и шлака, малой зоной нагрева, уменьшением коробления деталей, применяется в основном для сварки алюминия, медных сплавов и нержавеющей сталей.

Соединение деталей газовой сваркой. При газовой сварке производят местный нагрев свариваемых металлов до температуры плавления и сваривают их с помощью присадочного материала. Металлы нагревают газовой горелкой. Температура при горении смеси достигает 3373—3473 К (3100—3200 °С) (рис. 34, б).

В качестве присадочного материала при сварке низкоуглеродистой стали применяют проволоку с содержанием (%): 0,06—0,1 углерода, 0,1—0,25 марганца и 0,2—0,4 марганца.

Соединение деталей контактной сваркой. Видами контактной сварки являются точечная, шовная и стыковая. При точечной и шовной сварке электрический ток пропускают через электроды, сжимающие листы, положенные

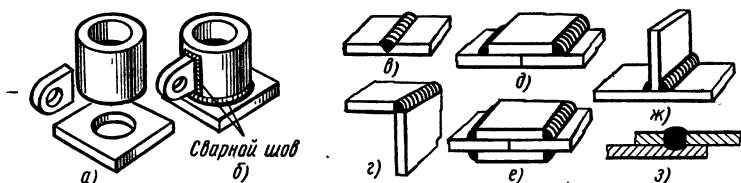


Рис. 33. Детали и сварные соединения:

а — детали, подготовленные под сварку, б — сварное соединение деталей; соединения: в — стыковое, г — угловое, д — с одной накладкой, е — с двумя накладками, ж — тавровое, з — нахлесточное

внахлестку, а при стыковой — через листы, положенные встык. В процессе сварки в месте соединения листов с электродом при прохождении через них тока металл нагревается и листы свариваются.

Эти виды сварки очень экономичны и производительны, их применяют для соединения листовых изделий (рис. 35, а, б).

Контроль сварных швов на непроницаемость. Контролируют швы на непроницаемость у изделий, которые предназначены для хранения жидкостей и газов. Испытание на непроницаемость применяют после проверки швов внешним осмотром как при пооперационном контроле, так и при сдаче готовой продукции.

В зависимости от назначения изделия и технических условий на его изготовление непроницаемость швов испытывают керосином, водой или сжатым воздухом.

Керосином проверяют большей частью открытые сосуды, стационарные резервуары для хранения бензина и керосина. Чтобы обнаружить дефект, в местах сварки шов покрывают меловым водным раствором. После высыхания мелового раствора шов с внутренней стороны тщательно обмазывают

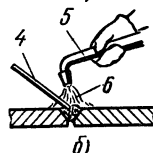
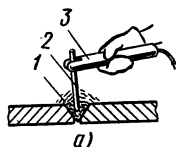
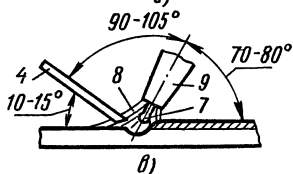


Рис. 34. Виды сварки:

а — дуговая, б — газовая, в — в среде защитных газов; 1 — электрическая дуга, 2 — плавящийся электрод, 3 — электрододержатель, 4 — присадочный материал, 5 — сварочная горелка, 6 — пламя, 7 — электрод, 8 — защитный газ, 9 — сопло горелки



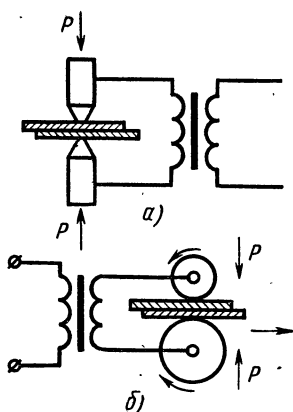


Рис. 35. Схемы контактной сварки:

а — точечной, б — шовной

обмазывают с наружной стороны мыльной водой и при появлении пузырей выявляют неплотности.

Испытание давлением с погружением в воду проводят следующим образом: изделие погружают в воду, а затем наполняют воздухом. Дефектные участки швов определяют по пузырькам воздуха.

Применяют и более эффективные методы контроля сварных соединений с помощью электромагнитной дефектоскопии, а также с помощью ультразвуковых и рентгеновских установок, которые позволяют обнаружить все дефекты сварного шва: поры, раковины, волосяные трещины и т. п.

§ 5. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С ГАРАНТИРОВАННЫМ НАТЯГОМ

Неподвижное соединение двух деталей запрессовкой одной в другую, обеспечивающее прочное соединение без дополнительного крепления, называется соединением с гарантированным натягом.

Сущность этого метода заключается в том, что охватываемая деталь имеет диаметр больший, чем отверстие охватывающей. Такое соединение обеспечивает гарантированный натяг, так как возникают силы сцепления, препятствующие относительному смещению сопрягаемых деталей.

Соединения с гарантированным натягом могут передавать

вают керосином. Керосин обладает способностью проходить сквозь самые мелкие поры. Если в швах имеются дефекты, то керосин выступит на окрашенной мелом поверхности в виде небольших жирных пятен. Швы выдерживают под действием керосина от 15 до 40 мин.

Испытание керосином проводят в специально отведенных местах с соблюдением правил техники безопасности и противопожарных мероприятий.

Сжатым воздухом испытывают сосуды и трубопроводы, работающие под давлением. Испытание производят следующим образом. Сначала изделие наполняют воздухом до требуемого давления, затем швы

крутящие моменты, осевые усилия или то и другое одновременно.

В сборочных цехах детали запрессовывают ручными, гидравлическими и пневматическими прессами. Запрессовку прессом выполняют сначала медленно и с небольшим усилием, а в конце резко нажимают на запрессованную деталь, чтобы она плотнее села на место. При этом следят за тем, чтобы не было перекоса.

Для запрессовки крупных деталей применяют различные горизонтальные и вертикальные прессы с гидравлическим и пневматическим приводами (рис. 36, б).

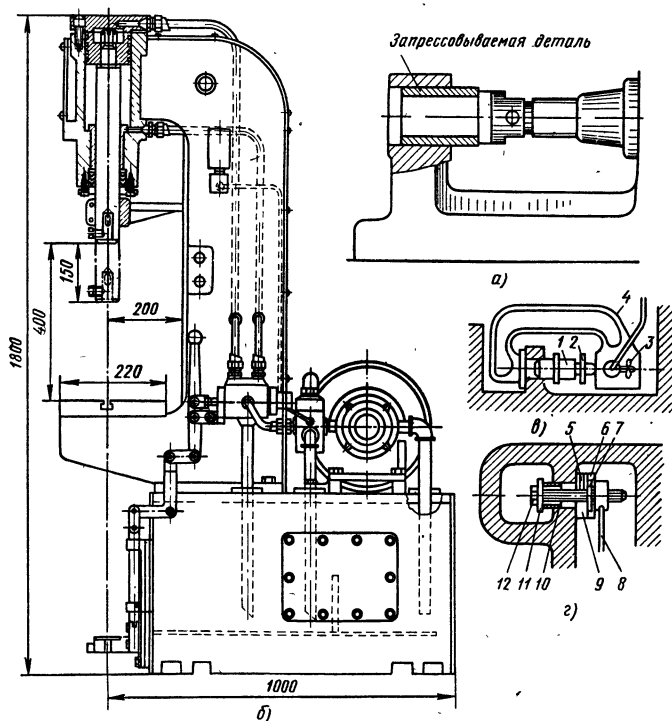


Рис. 36. Оборудование для запрессовки деталей:

а — винтовой домкрат, б — гидравлический пресс, в — гидравлическое приспособление, г — винтовое приспособление; 1 — запрессовываемая ось, 2 — шток, 3 — регулятор давления, 4 — скоба, 5 — промежуточная шайба, 6 — крышка, 7 — гайка, 8 — трещоточный ключ, 9 — упорное приспособление с шарикоподшипником, 10 — запрессовываемая втулка, 11 — шайба, 12 — винт

Запрессовка небольших деталей в тяжелые крупные корпуса в труднодоступных местах осуществляется с помощью пневматических и гидравлических, а также ручных винтовых домкратов (рис. 36, а) и других винтовых приспособлений, которые требуют сравнительно небольших усилий со стороны рабочего и обеспечивают плавность и надежность запрессовки (рис. 36, в, г).

Процесс соединения деталей с помощью нагрева охватывающей детали или охлаждения охватываемой основан на том, что при нагревании охватывающая деталь расширяется, в то время как охватываемая при охлаждении сжимается, в результате облегчается посадка одной детали на другую.

В соединениях, выполняемых по этому способу, создаются натяги в два раза больше, чем в обычных прессовых соединениях, а прочность повышается примерно в три раза. Происходит это потому, что в данном случае неровности сопрягаемых поверхностей не сглаживаются, а как бы сцепляются друг с другом, увеличивая прочность соединения.

Детали нагревают в масле, в нагревательных печах, током высокой частоты, газовыми горелками, в горнах и другими методами. Из применяемых способов наибольшее распространение в машиностроении получил нагрев деталей в масле. Это объясняется простотой нагревательных установок. Кроме того, масло не требуется удалять с поверхности нагретых деталей, так как оно улучшает запрессовку.

Температура нагрева деталей, так же как и величина натяга, задается техническими условиями на сборку соединения. В тех случаях, когда охватывающая деталь имеет очень большие размеры и нагревать ее нецелесообразно, охлаждают охватываемую деталь.

Обычно запрессовка способом охлаждения охватываемой детали применяется для небольших тонкостенных деталей. Для охлаждения применяют жидкий воздух, кислород или азот, дающие разность температур до 473 К (200 °С), а также твердую углекислоту (сухой лед), дающую разность температур до 373 К (100 °С).

Находит применение способ запрессовки с применением активной смазки. Этот способ заключается в том, что на сопрягаемые поверхности деталей наносят порошкообразный сернистый молибден, в результате чего запрессовка требует меньших усилий и при разборке не возникает задиrow.

Детали под запрессовку должны иметь правильную геометрическую форму (эллипсность по сечению, конусность по длине и т. д. недопустимы). Отклонение от правильности формы

деталей не только влияет на усилие запрессовки и возможные искажения деталей после запрессовки, но и на работу машин. Так, запрессовка подшипников качения на детали с эллиптическими посадочными местами приводит к искажению формы колец подшипников, содействует увеличению давления на шарики и более быстрому выходу подшипников из строя, а также усилению при высокой частоте вращения шума.

Контрольные вопросы

1. Назовите виды заклепочных швов по назначению и типу соединения.
2. Что такое пайка?
3. Какие припои и флюсы применяют для высокотемпературной и низкотемпературной пайки?
4. Какие виды сварных соединений применяют при сборке изделий?
5. В чем заключается соединение деталей с гарантированным натягом?

Глава V

СБОРКА ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

§ 1. ВАЛЫ, ОСИ И ОПОРЫ

Для передачи вращательного движения наиболее характерными типовыми деталями и сборочными единицами машин являются валы, оси, цапфы, опоры валов и осей (подшипники) и муфты (рис. 37, а — г).

В а л ы — детали машин, предназначенные для передачи крутящего момента (мощности) и несущие на себе такие детали, как шкивы, зубчатые колеса, муфты, маховики. Валы могут иметь различное расположение: горизонтальное, вертикальное, наклонное. При работе валы подвергаются скручиванию, изгибу, поперечным и продольным нагрузкам. Валы могут быть цилиндрическими, гладкими, пустотелыми, ступенчатыми, коленчатыми, кривошипными и составными. Когда вал машины или механизма расположен по отношению к валу двигателя так, что осуществить их связь жесткими передачами невозможно, применяют г и б к и е проволочные валы, например привод дистанционного управления и контроля.

О с и — детали машин, служащие лишь опорой для вращающихся деталей (не передают крутящего момента). Оси могут

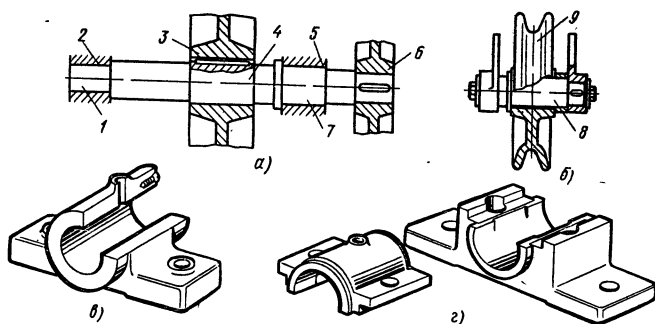


Рис. 37. Валы, оси и опоры:

а — вал на опорах; *б* — подшипник скольжения неразъемный, *в*, *г* — подшипник скольжения разъемный; 1 — цапфа-шип; 2 — опора (подшипник), 3 — шкив, 4 — монтажная шейка, 5 — опора (подшипник), 6 — зубчатое колесо, 7 — цапфа-шейка, 8 — ось, 9 — блок

быть неподвижными, когда вращающиеся детали свободно насажены, или подвижными, когда детали закреплены и вращаются вместе с осью. Форма осей цилиндрическая (прямая или ступенчатая).

Цапфы — опорные концы вала. В зависимости от положения на валу и направления нагрузки цапфы делятся на шипы, шейки и пяты.

Шип и шейка принимают радиальную нагрузку, **пята** — осевую. Шип располагается на конце вала или оси и через него не передается крутящий момент. Шейка ставится на участках вала, подверженных действию крутящего момента.

Шипы и шейки имеют цилиндрическую (реже коническую или шаровую) форму. Пята представляет собой торцовую часть оси или вала.

Опоры в машинах являются неподвижными частями, на которые опираются вращающиеся вал и ось. В зависимости от направления прилагаемой нагрузки опоры делятся на подшипники и подпятники.

Подшипники принимают радиальную нагрузку, а **подпятники** — осевую. При комбинированной нагрузке используют радиально-упорные опоры. В зависимости от рода трения различают опоры скольжения и опоры качения.

§ 2. МУФТЫ И ТОРМОЗА

Муфты разделяются на следующие группы:

постоянные, предназначенные для длительного соединения валов;

сцепные, служащие для соединения и разъединения валов во время работы;

свободного хода, передающие вращение только в одном направлении;

предохранительные, ограничивающие угловую скорость или крутящий момент или компенсирующие температурные удлинения вала.

Постоянные муфты делятся на жесткие и упругие.

Жесткую муфту (рис. 38, а — в) применяют для соединения валов на длительное время. Она требует точного центрирования соединяемых валов. Крутящий момент передается от одного вала к другому через жесткие элементы муфты.

Поперечно-свертная муфта (рис. 38, в) состоит из двух полумуфт 5 и 8, которые напрессовывают на концы соединяемых валов 1 и 4 и закрепляют призматическими шпонками 7. Между собой половинки муфты соединяют болтами 6 или шпильками. Перед окончательной сборкой выверяют радиальное биение обода полумуфты и зазор между их торцами (они должны быть в пределах допустимых величин, указанных в чертеже).

Упругая муфта допускает некоторое отклонение соединяемых валов от соосности, смягчает толчки и удары, возникающие в передачах.

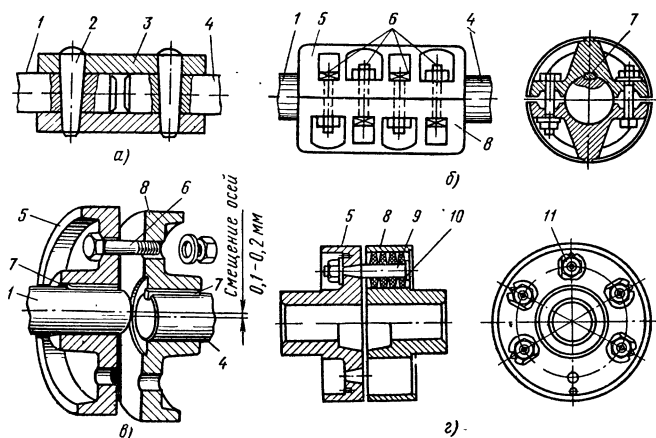


Рис. 38. Постоянные муфты:

а — жесткая, б — продольно-свертная, в — поперечно-свертная, г — упругая втулочно-пальцевая муфта; 1, 4 — валы, 2 — конический штифт, 3 — муфта, 5, 8 — полумуфты, 6 — болты с гайками, 7 — шпонка, 9 — шпилька, 10 — кожаное кольцо, 11 — гайка

Упругая втулочно-пальцевая муфта (рис. 38,з) допускает вращение валов в любом направлении. Она состоит из двух полумуфт 5 и 8, связанных между собой специальными шпильками 9. В одной полумуфте шпильки укреплены жестко гайками 11, а в другой — концы шпилек сидят в резиновых или кожаных кольцах 10. Каждая полумуфта может быть ведущей или ведомой. Такие муфты обеспечивают эластичное соединение при незначительных перекосах осей.

По принципу действия сцепные муфты (рис. 39, а, б) делятся на кулачковые и фрикционные.

Кулачковая сцепная муфта (рис. 39, а) состоит из двух полумуфт 4 и 8, сцепляющихся между собой зубцами (кулачками) 7. Полумуфта 4 смонтирована на ведущем участке вала и закреплена неподвижно шпонкой 6 и стопором 5, а полумуфта 8, сидящая на ведомом участке вала 1, может перемещаться вдоль вала по направляющей шпонке 3. Ведомая половина муфты перемещается с помощью системы рычагов 2, электромагнита или давления жидкости. Муфты этого типа обеспечивают надежное соединение валов.

Фрикционная сцепная муфта передает крутящий момент силам трения. В зависимости от формы и количества поверхностей трения фрикционные муфты называются ди-

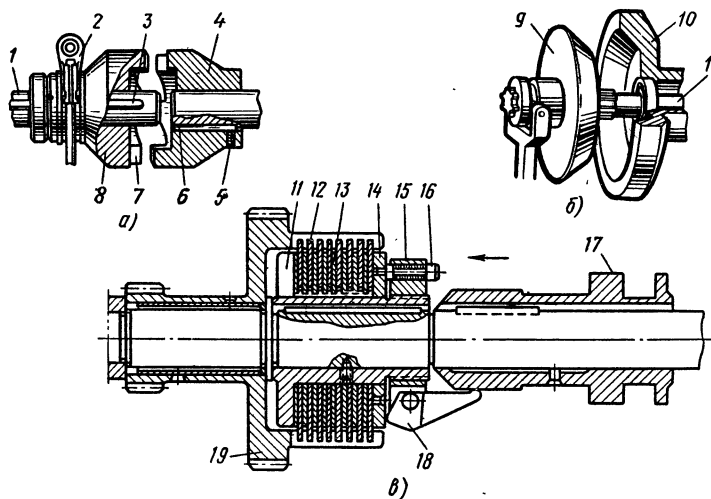


Рис. 39. Сцепные муфты:

а — кулачковая, б — фрикционная дисковая, в — фрикционная много-
дисковая

сковыми, многодисковыми, конусными и цилиндрическими (барабанными).

Конусная фрикционная сцепная муфта (рис. 39, б) применяется для плавного включения ведомого вала 1 на ходу, т. е. во время вращения ведущего вала; она работает за счет силы трения, возникающей между торцами ведущего и ведомого дисков 9, 10 муфты после ее включения.

Многодисковая фрикционная муфта показана на рис. 39, в. Фрикционные диски 12 и 13 изготавливаются из чугуна, стали, латуни; бронзы или из фрикционных пластмасс. Движение передается с одного вала на другой за счет трения, возникающего на торцовых поверхностях дисков, прижимаемых с нужной силой друг к другу.

На фланцевой втулке 11, закрепленной на валу шпонкой и стопором, насажены ведущие диски 13, а между ними ведомые диски 12, которые своими выступами входят в пазы зубчатого колеса 19. На этой же втулке закреплены стопорный диск 14, в торце которого имеются отверстия, и гайка 15 с кулачками 18. Через гайку проходит фиксатор 16, который вводится в любое отверстие диска 14.

Муфта включается с помощью рычажной системы, действующей на скользящую втулку 17. При включении втулка смещается по направлению стрелки, раздвигает кулачками 18 и зажимает диски. Сила трения, возникающая между дисками, приводит в движение ведомый вал. Выключение производится обратным движением.

Предохранительная муфта, ограничивающая крутящий момент, применяется для предохранения вала и связанных с ним деталей передачи от разрушения при перегрузке. Муфты этого типа работают за счет среза или трения.

Фрикционная предохранительная муфта (рис. 40, а) по конструкции не отличается от фрикционной сцеп-

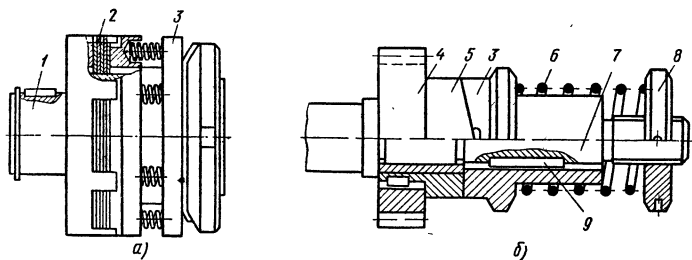


Рис. 40. Предохранительные муфты:

а — фрикционная, б — кулачковая

ной муфты. Нажим на трущиеся части во фрикционной предохранительной муфте осуществляется пружинами. Они затягиваются на такую величину, которая не препятствует передаче рабочего крутящего момента. При перегрузке диски 2, расположенные между полумуфтами 1, 3, скользят, не передавая движения рабочему органу.

Предохранительная кулачковая муфта показана на рис. 40, б. Подвижная в осевом направлении полумуфта 3 соединена с валом 7 шпонкой 9 и сцеплена с зубчатым колесом 4 кулачками 5. Полумуфта находится под действием пружины 6, степень сжатия которой регулируется гайкой 8.

При передаче крутящего момента, превосходящего расчетный, полумуфта вследствие наклонной формы кулачка сместится вправо, преодолевая сопротивление пружины, а зубчатое колесо с кулачками 5 провернется на валу 7 и будет проскакивать, расцепляя кулачки. При этом кинематическая цепь разрывается. После устранения причин, вызывающих перегрузки, передача движения восстанавливается автоматически под действием пружины 6.

Тормоза. К числу фрикционных механизмов, применяемых в строительных, грузоподъемных и транспортирующих машинах, относятся тормозные устройства (рис. 41, а, б).

Колодочный тормоз (рис. 41, а) имеет две колодки 1, охватывающие тормозной диск 2. Колодки 1 расположены на рычагах 3, соединяемых тягой 4 с винтовым механизмом, регулирующим зазор между колодками. Усилие торможения создается пружиной 5. Освобождение тормоза выполняет электромагнит 6, сердечник которого втягивается при включении машины. Имеются также колодочные тормоза с расположением колодок внутри тормозного диска. Колодки изгото-

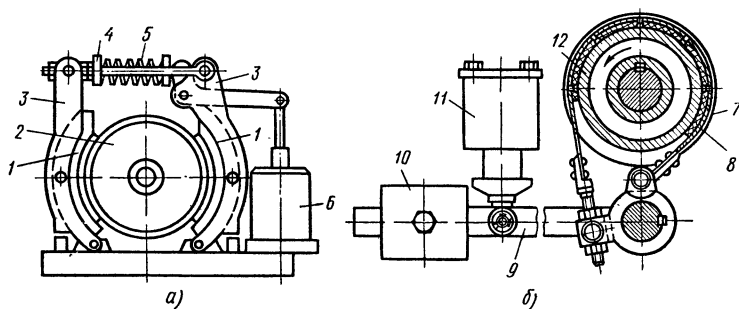


Рис. 41. Тормоза:

а — колодочный, б — ленточный

вляются из чугуна. Часто их делают с накладками из фрикционного материала (ферродо).

Ленточный тормоз (рис. 41, б) имеет стальную ленту 7 с накладками 8 из фрикционного материала. Концы ее присоединяются к рычагу 9, винтовой механизм служит для регулирования тормоза. Включение тормоза осуществляется грузом 10 или пружиной, включение — электромагнитом 11. Тормоз охватывает шкив 12.

§ 3. СБОРКА ВАЛОВ, ОСЕЙ И МУФТ

Составной вал (из двух, трех и более частей) собирают в жесткое соединение с помощью муфт: шлицевых, гладких, цилиндрических, конических и глухих свертных. При этом вал устанавливают и закрепляют на призматических опорах с регулируемой высотой, обязательно соблюдая соосность валов (рис. 42, б). Соосность проверяют, прикладывая контрольную линейку к валам в вертикальной и горизонтальной плоскости (рис. 42, а). Между линейкой и валами не должно быть никаких зазоров.

Совпадение осей валов можно проверить также хомутиком, оснащенным индикатором. Хомутик закрепляют на конце одного из валов так, чтобы измерительный стержень индикатора касался наружной поверхности конца второго вала (рис. 42, в). После этого начинают вращать вал с хомутиком вокруг его оси, наблюдая за показаниями стрелки индикатора. После проверки соосности осей валов приступают к установке и закреплению муфт.

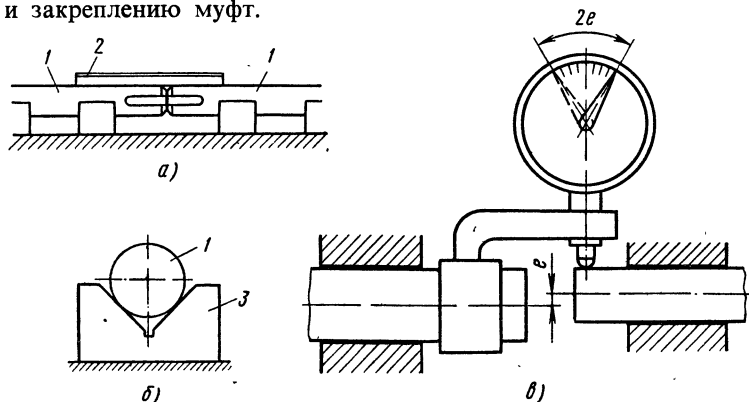


Рис. 42. Проверка соосности валов:

а — линейкой, б — призматической опорой, в — индикаторным приспособлением; 1 — вал, 2 — линейка, 3 — опора

Для проверки соосности концов валов двух разных сборочных единиц (агрегатов), например *А* и *Б* (рис. 43), применяют специальные поворотные приспособления, представляющие собой съемные кронштейны *1* и *4*, закрепляемые на концах валов. Винтами *3* и *2* в одном из положений кронштейна устанавливают (по щупу) зазоры *т* и *п* между измерительными поверхностями.

Если оси расположены правильно, то зазоры *т* и *п* будут одинаковы в любом положении кронштейнов при повороте валов *А* и *Б*. Если при повороте валов на 180° зазор *т* увеличится или уменьшится, значит, вал *Б* перекошен, а если зазор *т* остается таким же, но изменится величина зазора *п*, значит, оси валов *А* и *Б* параллельны, но не совпадают.

Сборку муфты обычно начинают с подготовки деталей к сборке. Пригоняют шпонки, проверяют посадочные места деталей, собирают муфту. Ниже описана сборка многодисковой муфты. На вал насаживают зубчатое колесо *19* (см. рис. 39, в), промежуточное кольцо и фланцевую втулку *11*, которая укрепляется на валу шпонкой и стопорным винтом. Затем приступают к сборке фрикционных дисков, которые своими выступами должны входить в прорези зубчатого колеса и вала. Сначала ставят ведущий диск *13*, затем ведомый *12* и т. д. поочередно. Последним устанавливают ведомый диск *2*.

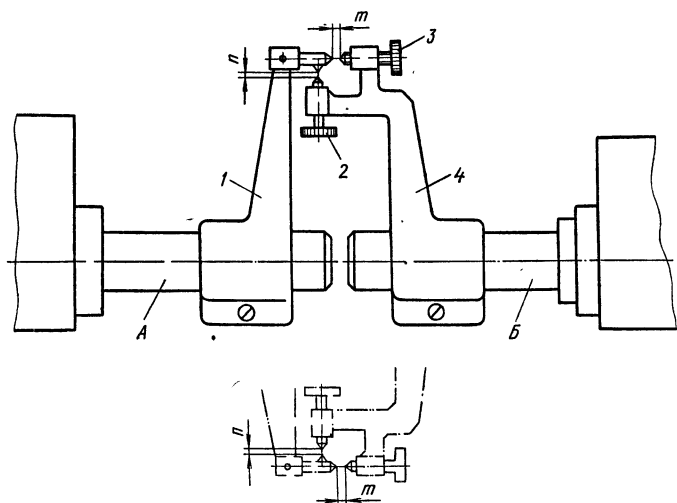


Рис. 43. Схема проверки соосности валов с помощью специального поворотного приспособления

После набора дисков ставят стопорный диск 14, у которого в торце имеются отверстия, затем навинчивают гайку 15, предварительно собранную с кулачками 18 и фиксатором 16. Фиксатор 16 вводится в любое отверстие диска 14. Далее устанавливают подвижную втулку 17, на которую действует рычажная система.

Муфту регулируют следующим образом: Вытянув фиксатор 16, подтягивают гайку 15 до тех пор, пока при вращении вручную не почувствуется трение между дисками. После этого вращают гайку 15 в обратную сторону, пока не исчезнет трение между дисками, затем в отверстие стопорного диска 14 снова вводят фиксатор 16. После этого включают муфту. Если при этом усилие включения не превышает усилия, указанного в чертеже, регулирование считают законченным. Если усилие велико, то гайку 15 отворачивают до тех пор, пока усилие станет нормальным.

§ 4. СБОРКА ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ И КАЧЕНИЯ

Сборка сборочных единиц с подшипниками скольжения — одна из самых ответственных операций сборки, от выполнения которой зависит точность и долговечность работы машины.

Сборка неразъемного подшипника скольжения заключается в запрессовке втулки в корпус, стопорении ее и пригонке отверстия по валу. При посадке втулки с натягом ее внутренний диаметр уменьшается. Для получения заданного размера внутреннюю поверхность втулки после запрессовки пришабривают по валу, калибруют, разворачивают или растачивают.

После запрессовки втулку необходимо обработать так, чтобы обеспечивалась строгая соосность поверхностей скольжения. Соосность втулки проверяют эталонными скалками, калибрами или контрольными приспособлениями индикаторного типа. Кроме того, визуально проверяют поверхность скольжения на отсутствие царапин и других дефектов.

Плотность посадки втулки проверяют предварительно (контроль сопряженных деталей или контроль силы запрессовки) в процессе сборки. Коническую несущую поверхность втулки проверяют по краске эталонной скалкой или по окончательно обработанному валу.

Сборка разъемного подшипника скольжения состоит из следующих операций:

сопряжения вкладышей подшипников с корпусом;

проверки соосности рабочих поверхностей подшипников; подгонки прилегания рабочих поверхностей вкладышей и вала;

регулирования необходимого монтажного зазора в подшипнике;

укладки вала в подшипнике.

Вкладыш подгоняют к корпусу по наружному диаметру, используя краску. Отпечатки краски должны занимать 70–80% поверхности подшипника. Сферические поверхности самоустанавливающихся вкладышей пригоняют к гнездам совместной притиркой.

Одновременно с подгонкой вкладышей выверяют соосность их с корпусом. Отклонение от соосности не должно превышать 0,15 мм. Соосность выверяют эталонным валом, контрольной линейкой и щупом (длина до 2 м, см. рис. 44, а), струной и штихмассом (длина до 4 м, см. рис. 44, б, в), а также оптическим способом (длина более 4 м).

Диаметр эталонного вала рассчитывают с учетом допустимых отклонений от соосности. При соответствии техническим условиям вал должен легко проходить во все втулки (гнезда вкладышей) подшипников и свободно вращаться.

Ребро линейки прикладывают к стенкам вкладышей, а зазор контролируют щупом. При проверке соосности струной (стальной проволокой диаметром 0,25–0,5 мм) один конец ее закрепляют на стойке 1, а второй — перекидывают через ролик 2 и подвешивают груз для натяга струны. Ролик и стойка перемещаются в двух направлениях. Сначала струну устанавливают параллельно базовой поверхности корпуса, а затем, перемещая стойку и ролик в горизонтальной плоскости, добиваются сов-

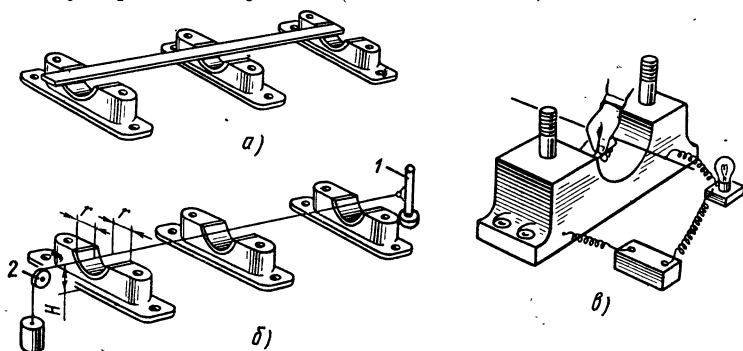


Рис. 44. Схемы проверки подшипников:

а — линейкой, б — струной, в — струной, включенной в электрическую цепь

падения струны с осями крайних подшипников. После этого по натянутой струне устанавливают все промежуточные опоры.

Для повышения точности при замерах струну натягивают на изолированных стойках и включают ее в электрическую цепь (см. рис. 44, в) аккумуляторной батареи с лампочкой. Когда штихмасс соединяется со струной и корпусом подшипника, лампочка загорается.

После выверки соосности осей подшипников приступают к сборке и пригонке вкладышей к шейкам и шипам вала, которые предварительно протирают и покрывают тонким слоем краски. Вал устанавливают в закрепленные подшипники и проворачивают на три-четыре оборота. Окрашенные места вкладышей сшабривают. Сначала пришабривают поверхности нижних вкладышей, добиваясь равномерного расположения пятен контакта (т. е. 9—12 пятен на квадрат 25×25 мм). Количество пятен на квадрат 25×25 мм определяют наложением на внутреннюю поверхность подшипника целлулоидного шаблона, на котором нанесены линии, образующие квадрат (рис. 45).

Затем пришабривают внутренние поверхности верхних вкладышей. Для этого подшипники приходится собирать, устанавливая прокладки и затягивая гайки динамометрическим ключом. Повернув вал на три-четыре оборота, подшипники разбирают и окрашенные места верхних вкладышей сшабривают. Операцию повторяют несколько раз до тех пор, пока не будет достигнуто удовлетворительное распределение точек контакта.

Величину масляного зазора контролируют латунными пластинками необходимой толщины или свинцовыми проволочками. Пластинку или проволочку смазывают маслом и закладывают между вкладышем и шейкой вала. После затягивания подшипника динамометрическим ключом вал проворачивают от руки. При легком вращении диаметральный зазор должен быть меньше толщины пластинки. Если ощущается сопротивление проворачиванию, то зазор соответствует толщине пластины.

Необходимую величину зазора регулируют набором прокладок (рис. 46). Толщину набора прокладок устанавливают

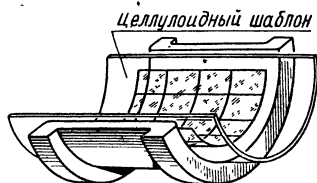


Рис. 45. Проверка качества шабрения внутренних поверхностей вкладышей и подшипников скольжения целлулоидным шаблоном

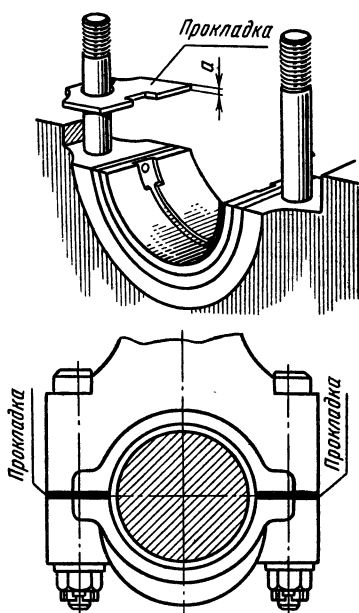


Рис. 46. Регулировка радиального зазора прокладками

с учетом компенсации зазора при последующей эксплуатации машины. Для этой цели в комплект включают прокладки толщиной 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,3; 0,5; 0,8 мм. Вкладыши и крышки маркируют по корпусам подшипников.

После регулирования зазора окончательно затягивают гайки, крепящие крышки подшипников (порядок затягивания указан цифрами 1, 2, 3, 4, 5 и 6 на рис. 47). Затягивание гаек проверяют рычагом и грузом, определяющим крутящий момент, величина которого указывается в сборочных картах.

Сборка сборочных единиц с подшипниками качения выполняется следующим образом. При монтаже подшипников необходимо создать зазоры, обеспечивающие свободное, без защемления шариков или роликов вращение подшипников. При слишком плотной посадке происходит расширение внутреннего кольца подшипника и сжатие его наружного кольца, в результате чего шарики или ролики зажимаются и подшипник быстро выходит из строя. Чрезмерный зазор в посадочных местах также ухудшает работу подшипника: кольца его начинают проскальзывать, вызывая износ посадочных поверхностей и вибрацию механизма.

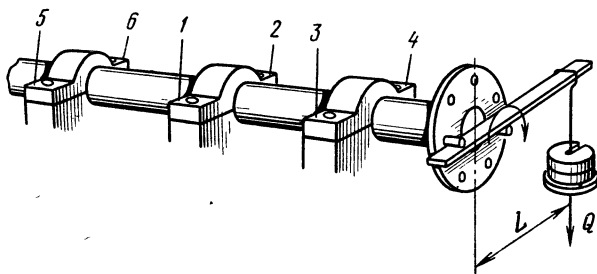


Рис. 47. Порядок затягивания гаек подшипников и схема проверки вала на проворачивание

Перед сборкой подшипники тщательно промывают в смеси бензина и минерального масла или в обезвоженном чистом керосине. Промытые подшипники укладывают на чистую бумагу и просушивают или обдувают сжатым воздухом. Сразу после просушки их смазывают, покрывая тонким слоем масла все поверхности, особенно внутренние дорожки качения, шарики и ролики. Посадку подшипников на вал производят по системе отверстия, а в корпус — по системе вала.

Посадка подшипников на валы, в гнезда корпусов деталей может быть выполнена с помощью ручных, гидравлических или пневматических прессов, с подогревом в горячем масле 353—363 К (80—90 °С) или с охлаждением твердой углекислотой — сухим льдом (температура 348—353 К (минус 75—80 °С).

Для напрессовки подшипника на шейку вала могут быть использованы ручные приспособления — монтажные стаканы и оправки (рис. 48, а, б, в). Применение оправок обеспечивает равномерную посадку подшипника на шейку вала, предотвращает перекос при установке и предохраняет подшипник от повреждений. Для напрессовок подшипников на валы, имеющие на конце резьбу, часто используют гаечные и винтовые устройства (рис. 49, 50).

Для напрессовки и распрессовки крупных подшипников применяют гидравлическую гайку (рис. 51); которая состоит из корпуса 1 и поршня 2. Поршень имеет две канавки для уплот-

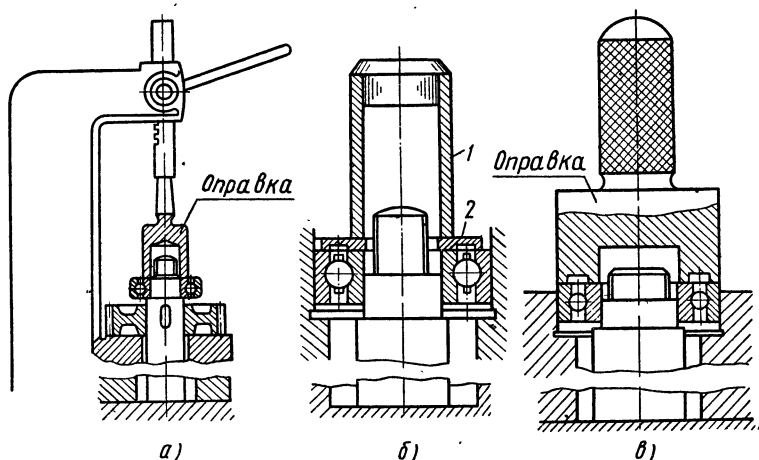


Рис. 48. Приспособление для напрессовки подшипников:

а — напрессовка подшипника с помощью оправки и ручного пресса; б — с помощью стакана 1 и кольца 2; в — с помощью ручной оправки

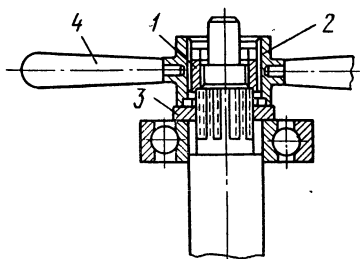


Рис. 49. Гайечное приспособление для напрессовки подшипников:

1 — гайка, 2 — корпус, 3 — шайба, 4 — ручка

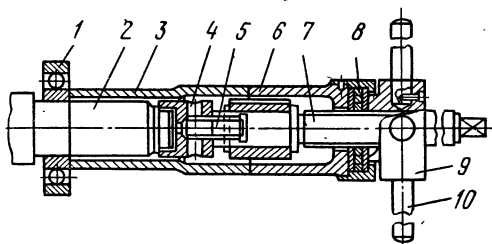


Рис. 50. Винтовое приспособление для напрессовки подшипников:

1 — подшипник, 2 — вал, 3 — втулка, 4 — гайка, 5 — соединительный винт, 6 — переходная втулка, 7 — винт, 8 — шайба, 9 — корпус, 10 — ручка

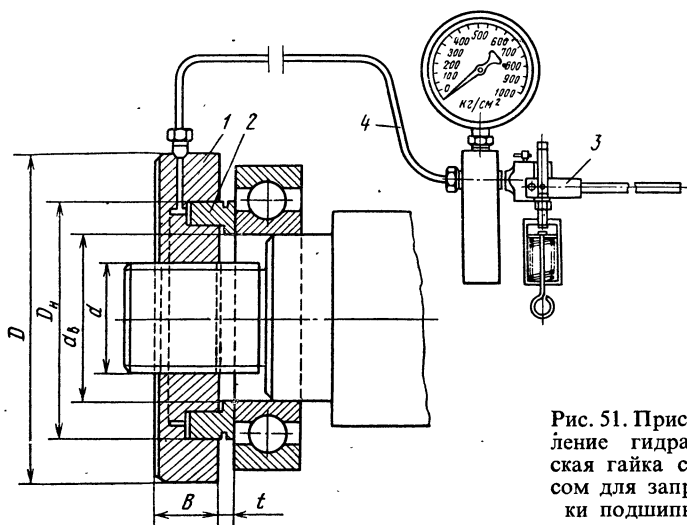


Рис. 51. Приспособление гидравлическая гайка с насосом для запрессовки подшипников

нительных колец и перемещается в корпусе гайки под давлением масла, подаваемого ручным насосом 3 по трубке 4. Корпус гайки внутри имеет метрическую или трапецеидальную резьбу.

При монтаже подшипников качения учитывают, что усилие запрессовки должно передаваться непосредственно на торец сопрягаемого кольца.

В упорных шарикоподшипниках кольца имеют разные диаметры — как наружные, так и внутренние. Чтобы подшипник работал нормально, при сборке всегда устанавливают кольцо с меньшим внутренним диаметром на валу, а кольцо с большим внутренним диаметром — в корпусе.

При установке вала в двух радиальных шарикоподшипниках один из них закрепляют неподвижно на валу и в корпусе, а второй — только на валу, потому что вал во время работы нагревается и его длина несколько возрастает. При удлинении вала подшипник перемещается в корпусе. Если закрепить оба подшипника неподвижно, вал, нагревшись, начнет туго поворачиваться и произойдет защемление шариков или роликов и оба подшипника могут быстро выйти из строя.

Запрессованный подшипник проверяют, поворачивая его вручную. Вращение подшипника должно быть плавным, без заеданий. При этом может прослушиваться незначительный равномерный шум. Проверяют также прилегание наружного кольца к бортику отверстия корпуса, а внутреннего кольца — к заплечику вала.

Подшипники стопорятся от осевого смещения на валу или в корпусе гайкой с шайбой, запорным кольцом, втулкой, крышкой, стопорными винтами.

Для выяснения эксплуатационных качеств шарикоподшипников необходимо проверять и регулировать радиальный и осевой зазоры. При малых и больших зазорах подшипники быстро изнашиваются. Регулирование зазоров в подшипниках — ответственная сборочная операция, так как неправильно установленный зазор часто может быть основной причиной преждевременного износа подшипников.

При сборке сборочных единиц с упорными и коническими роликовыми подшипниками осевой зазор регулируют прокладками, регулировочным болтом 4 или регулировочной втулкой 6 (рис. 52, а, в).

При регулировании зазора прокладками сначала зажимают крышку без прокладок до тех пор, пока вал не будет провертываться очень туго. Затягивая гайки или винты, вал нужно повернуть на несколько оборотов, чтобы ролики подшипника

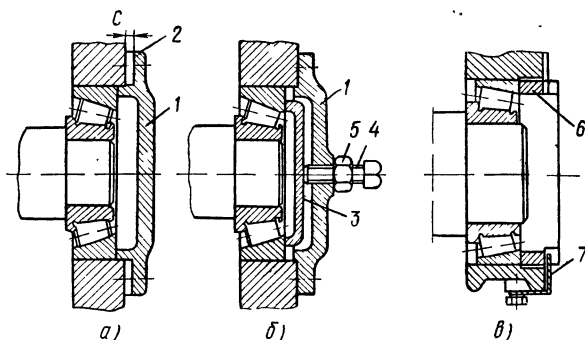


Рис. 52. Схемы стопорения подшипников:

а — крышкой, *б* — болтом 4 в промежуточную крышку 3, *в* — втулкой 6 и угольником 7

имели возможность правильно установиться. При зажатой до конца крышке зазора в подшипнике нет. Замеряя в этом положении в двух-трех местах зазор A (см. рис. 52, *а*) между крышкой 1 и корпусом и прибавляя к нему требуемое осевое перемещение вала C , определим толщину T калиброванной прокладки 2, которую нужно подложить под крышку, т. е. $T = A + C$.

При регулировании зазора в подшипнике болтом 4 и гайкой 5 (см. рис. 52, *б*) сначала их затягивают до тугого проворачивания вала (это показывает, что зазоры выбраны правильно). Затем по величине шага P резьбы определяют, на какой угол φ следует повернуть винт или гайку, чтобы получить требуемый зазор: $\varphi = C / (P \cdot 360^\circ)$.

§ 5. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ СБОРКЕ УПЛОТНЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПОДШИПНИКОВ

Широко применяют следующие уплотняющие устройства для подшипниковых сборочных единиц: фетровые (войлочные) уплотнения, кольцевые зазоры, уплотнения манжетного и лабиринтного типа.

Фетровые уплотнения (см. рис. 53, *а, б*) предназначены для защиты подшипников, работающих в условиях малой запыленности при окружной скорости вала в месте касания с фетровым кольцом не более 4—5 м/с. Перед сборкой фетровые кольца пропитывают техническим жиром.

Кольцевые зазоры (см. рис. 53, *в, г, д*) и проточки препятствуют проникновению в корпус подшипника посторонних веществ. Малый кольцевой зазор между валом и крышкой корпуса заполняют консистентной смазкой.

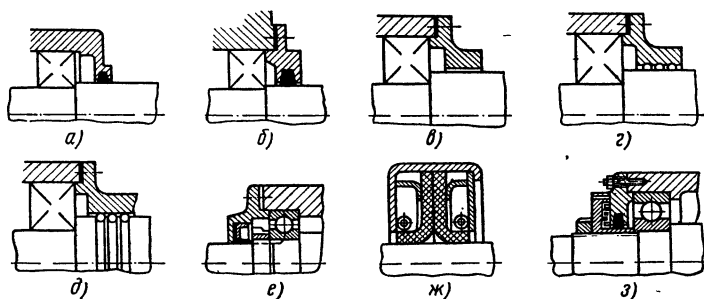


Рис. 53. Уплотняющие устройства подшипников:

а — фетровое (войлочное) однорядное уплотнение, *б* — уплотнение, установленное в съемной крышке, *в* — уплотнение с малым кольцевым зазором, *з, д* — с масляными канавками, *е* — уплотнение манжетного типа, *ж* — манжетное уплотнение с пружиной, *з* — уплотнение с лабиринтами

В уплотнениях манжетного типа в качестве уплотняющего элемента используют кожаные, резиновые, пластмассовые и другие манжеты. Контакт уплотняющего элемента с валом осуществляется либо с помощью упругих сил манжеты (см. рис. 53, *е*), либо с помощью кольцевой пружины (см. рис. 53, *ж*), которая прижимает манжету к вращающемуся валу. Подобные манжетные уплотнения надежно работают в самых тяжелых условиях и при любых смазках (консистентных и жидких).

В тяжелых условиях эксплуатации подшипников надежно работают уплотнения лабиринтного типа (рис. 53, *з*). Уплотняющее действие лабиринтного устройства основано на создании малого зазора сложной извилистой формы между вращающимися и неподвижными деталями сборочной единицы.

Сборка и регулирование опор шпинделя токарного станка 1К62 показаны на рис. 54. К сборке шпинделя приступают после тщательной подготовки и проверки всех соединений и деталей шпинделя на соответствие чертежам и техническим условиям.

Сначала собирают заднюю опору шпинделя. В корпус втулки 18 устанавливают уплотнение (манжет) 15 и вслед за ним радиально-упорный шарикоподшипник 16. Его устанавливают так, чтобы наиболее тонкий торец наружного кольца подшипника был направлен в сторону уплотнения 15. Затем устанавливают промежуточное кольцо 10 и подшипник 9, у которого тонкий торец наружного кольца должен быть обращен в про-

тивоположную сторону от кольца 10. Подшипники закрепляют гайкой 19 и стопорят гайку винтом 8.

На шпиндель 2 устанавливают роликоподшипник 3 и кольцо 5. Затем навинчивают гайку 6 до легкого соприкосновения ее с кольцом 5 и стопорят винтом 25.

Далее вводят шпиндель в корпус 26 через отверстие в его передней стенке, несколько продвигают и надевают на шпиндель двухвенцовое зубчатое колесо 22 с втулкой 24, закрепленной пружинным кольцом 23. Затем в пазу шпинделя устанавливают шпонку 20 и зубчатое колесо 21. После этого вводят конец шпинделя в заднюю опору и устанавливают переднюю опору в отверстие корпуса. При этом несколько сдвигают наружное кольцо 4 подшипника 3 в сторону корпуса и при окончательной установке шпинделя это кольцо устанавливают так, чтобы оно расположилось на уровне внутреннего кольца подшипника.

Винтом 17 крепят заднюю опору шпинделя, затем устанавливают кольца 11 и 12, навинчивают гайку 13 и затягивают ключом до тех пор, пока шпиндель не станет на свое место, что определяют по усилию затягивания и по вращению шпинделя. Установив сборочную единицу, окончательно монтируют колесо 21 на шпинделе и завинчивают стопор 7. Заканчивают сборку креплением фланца 1.

После сборки регулируют опоры шпинделя. Начинают регулирование с задней опоры. Отвинтив немного гайку 13, проворачивают шпиндель, чтобы внутренние кольца подшипников заняли правильное положение (шпиндель должен вращаться легко). После этого завинчивают стопорный винт 14. Переднюю опору регулируют завинчиванием гайки 6. Внутреннее кольцо 3 подшипника надвигается на конус шейки шпинделя. Кольцо при этом несколько увеличивается по диаметру и благодаря этому уменьшается радиальный зазор.

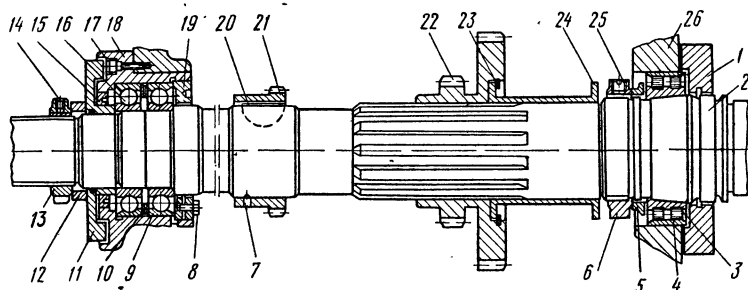


Рис. 54. Шпиндель токарного станка в сборе

Гайку 6 нельзя затягивать слишком сильно, так как внутреннее кольцо может раздаться настолько, что произойдет защемление роликов. Поэтому регулирование выполняют осторожно, проверяя шпиндель на легкость вращения. После регулирования опор шпинделя проверяют зазоры. Осевой зазор проверяют специальным приспособлением.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены фрикционные муфты?
2. В каких машинах и механизмах применяют подшипники скольжения и качения?
3. Для каких целей применяют уплотняющие устройства подшипников?
4. Как регулируют радиальный и осевой зазоры в подшипниках?

Глава VI

СБОРКА СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ С ПОСТУПАТЕЛЬНО ДВИЖУЩИМИСЯ ДЕТАЛЯМИ

§ 1. НАПРАВЛЯЮЩИЕ И КОМПЕНСАТОРЫ

Поступательно движущиеся детали, перемещаясь, скользят по поверхности других деталей. Поверхности, по которым скользят подвижные части, называют **направляющими**. В зависимости от назначения направляющие могут иметь различную форму. Наиболее распространенные формы направляющих: плоская (или прямоугольного профиля), призматического профиля, в виде ласточкина хвоста (или трапецеидального профиля), круглая.

Станины металлорежущих станков, молотов и паровых машин обычно имеют плоские, призматические или V-образные направляющие. Направляющие в виде ласточкина хвоста применяют на суппортах и столах металлорежущих станков, ползунах и т. д.

Пригонка направляющих с сопрягаемыми деталями — трудоемкая операция и требует высокой точности. Чтобы облегчить регулирование трущихся поверхностей, применяют специальные устройства — **компенсаторы**.

Компенсаторы бывают прямоугольные, косоугольные (рис. 55, б) и клиновые с уклоном от 1:40 (рис. 55, з, е) до 1:100. Планки 1 для регулирования зазора (рис. 55, а) и клинья 2 (рис. 55, в, д) перемещаются в продольном направлении и удерживаются на установленном месте винтами 3. Регулирующую

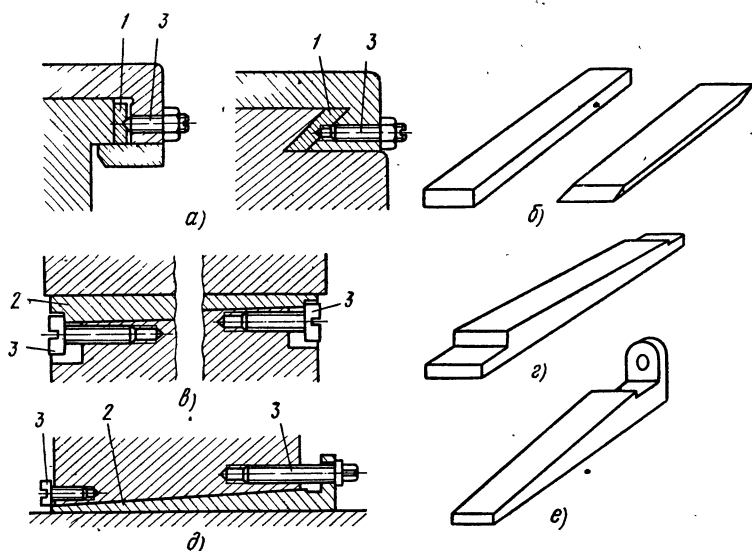


Рис. 55. Регулирующие устройства (компенсаторы):

a, б — планки, *в, г, д, e* — клинья

планку или клин, как правило, ставят с ненагруженной стороны подвижной детали.

Сборка сборочных единиц с поступательно движущимися деталями в основном сводится к отделке направляющих и пригонке по ним поступательно движущихся деталей.

Применяют следующие способы отделки поверхностей поступательно движущихся деталей: шабрение, чистовое строгание широкими резцами и наведение «мороза», шлифование, притирка.

Шабрение направляющих — очень трудоемкая операция, поэтому там, где позволяют условия, его заменяют шлифованием.

Ниже рассмотрено шабрение поступательно движущихся частей токарно-винторезного станка с длиной направляющих более 3 м.

Плоскости (рис. 56), которые необходимо пригонять и отделять, должны отвечать классам точности и конкретной модели станка.

Перед шабрением станину устанавливают на массивное основание и выверяют в продольном и поперечном направлении по уровню.

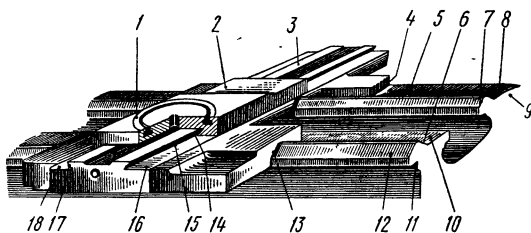


Рис. 56: Станина токарного станка с суппортом:

1 — поверхность под резцедержатель, 2 — поперечные салазки, 3 — направляющие поперечных салазок, 4, 7, 13 — поверхности суппорта, сопрягающиеся со станиной, 8, 10 — направляющие под заднюю бабку, 5, 6, 12 — верхние направляющие под прижимные планки суппорта, 9, 11 — нижние направляющие под прижимные планки суппорта, 14 — клин поперечных салазок, 15 — 18 — поперечные направляющие суппорта

Шабрение начинают с базовых поверхностей. Базовые поверхности выбирают так, чтобы по ним можно было шабрить и контролировать все остальные направляющие, а также пригонять и устанавливать суппорт, переднюю и заднюю бабки.

В рассмотренном примере наиболее удобной базой для шабрения будут направляющие суппорт (плоскости 7, 9 и 12 на рис. 56). Направляющие станины проверяют на краску линейкой и специальной плитой, профиль рабочей поверхности которой соответствует профилю отделяемых направляющих. На верху плиты находится контрольная площадка, параллельная горизонтальному участку рабочей поверхности, на которую ставят уровень (рис. 57).

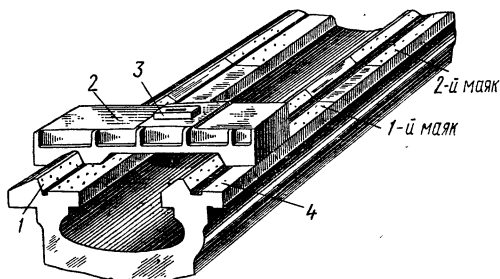


Рис. 57. Схема пробивки маяков на направляющей каретки:

1, 4 — направляющие каретки, 2 — плита для шабрения, 3 — уровень

§ 2. ПРОБИВКА МАЯКОВ НА НАПРАВЛЯЮЩИХ

Призматические и плоские направляющие грубо шабруют (зачищают) по линейке, причем удаляют только «штрихи», т. е. следы режущего инструмента, и после этого на зачищенные плоскости наносят маяки.

Сущность нанесения маяка состоит в том, что на обрабатываемой поверхности шабруют по плите небольшой участок (немного больше длины плиты). Шабруют до тех пор, пока плоскости направляющих не будут равномерно закрашиваться при проверке плитой. Поставленный на контрольную площадку плиты уровень не должен показывать отклонений от горизонтальности ни в продольном, ни в поперечном направлении. Такие маяки наносят на обоих концах направляющих. Если шабрение выполняют по линейке и уровню, то на остальной части станины наносят маяки на таком расстоянии друг от друга, чтобы контрольная линейка перекрывала их. Чем ближе расположены маяки друг к другу, тем точнее будет шабрение.

Средние маяки наносят так же, как и крайние, но по мере их заглубления шабрение маяков все время проверяют линейкой или мостиком с контрольной площадкой по уровню.

Выполняя каждый маяк с контролем его по соседнему, выводят их все на один уровень, в результате чего они расположатся на одной прямой. Располагают и выполняют маяки аккуратно, так как в дальнейшем они являются базой для шабрения участков между ними.

Участки между маяками шабруют по линейке обычным способом с той лишь разницей, что закрашенные пятна на маяках не шабруют. Участки между маяками шабруют до тех пор, пока поверхность между маяками и на маяках не будет покрыта равномерно распределенными пятнами, но в меньшем количестве, чем требуется на окончательно отшабренной поверхности.

После шабрения участков между маяками проверяют всю направляющую на прямолинейность, выправляют неточности и приступают к отделочному шабрению. Окончательное шабрение выполняют по блеску по плите или суппорту и контролируют всю поверхность по линейке и уровню.

После шабрения основной базы (направляющие под суппорт) шабруют плоскости направляющих задней бабки (плоскости 5, 6, 8 на рис. 56). Плоскости 5 и 6 шабруют по маякам с помощью плиты (см. рис. 56) способом, описанным выше. Параллельность плоскости 6 призматической направляющей 8 задней бабки проверяют индикатором. Индикатор устанавливают на плите.

Шабрение нижней части суппорта начинают с пригонки нижних направляющих поверхностей скольжения, сопрягающихся с направляющими станины (плоскости 4, 13 на рис. 56). Так как длина этих поверхностей небольшая, их шабруют по линейке и станине или по специальной плите, имеющей профиль рабочей поверхности станины (макет станины). Нижние поверхности скольжения нижней части суппорта окончательно шабруют по направляющим станины.

Когда шабрение нижних направляющих нижней части суппорта окончено, начинают шабрить поперечные направляющие, выполненные в виде ласточкина хвоста (плоскости 16, 17, 18 на рис. 56) и предназначенные для перемещения поперечных салазок. Для этого сначала грубо шабруют все сопрягаемые поверхности по угловой линейке, чтобы удалить следы режущего инструмента, а затем нижнюю часть 1 суппорта укладывают на станину (рис. 58, а) и шабруют поперечные направляющие, сопрягаемые с салазками (на рисунке показаны жирными линиями) с проверкой по контрольной плите 2. Достигнув равномерного расположения пятен, шабруют вторую наклонную плоскость в виде ласточкина хвоста. Шабрение поверхности в виде ласточкина хвоста периодически проверяют ползушкой, несущей

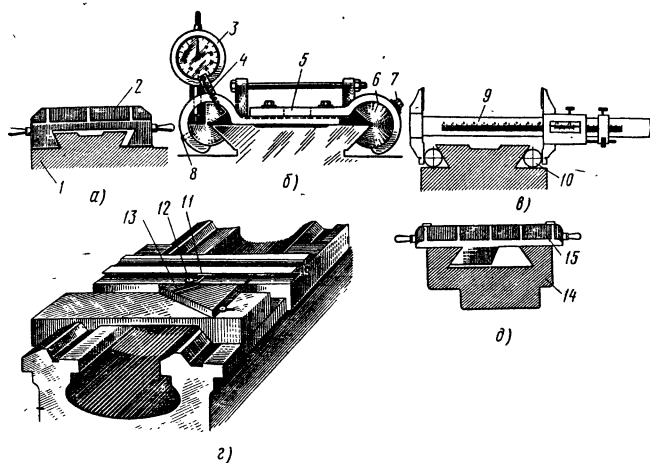


Рис. 58. Шабрение и проверка прямолинейности нижних направляющих суппорта:

а, д — шабрение и проверка специальной плитой; проверка направляющих; б — ползушкой с индикатором, в — контрольными валиками, г — ползушкой с индикатором и контрольным угольником

индикатор 3 (рис. 58,б), соединенный с пружиной 4, или двумя контрольными валиками 10 и штангенциркулем 9 (рис. 58,в). В ползушке 5 установлены цилиндры 6, закрепленные винтами 7 и штифтом 8.

§ 3. КОНТРОЛЬ НАПРАВЛЯЮЩИХ

Перпендикулярность поверхности в виде ласточкина хвоста направляющим станины проверяют ползушкой с индикатором и контрольным угольником. Ползушку, имеющую профиль двугранного угла в виде ласточкина хвоста, плотно прижимают к проверяемой плоскости, а укрепленный на ней индикатор упирают наконечником в полку контрольного угольника (рис. 58,г). Угольник 13 устанавливают на специальной подставке или на плите задней бабки, а одну из его полок располагают параллельно направляющим станины. При перемещении ползушки 11 по всей длине наклонной направляющей в виде ласточкина хвоста индикатор 12 будет скользить наконечником по полке угольника и показывать отклонение этой поверхности от перпендикулярности. Если результаты проверки удовлетворительные, то после этого выполняют окончательное шабрение.

Поверхность скольжения поперечных салазок 14 предварительно шабруют с проверкой по плоской поверочной плите, затем с проверкой по специальной плите 15 шабруют наклонную плоскость направляющих (рис. 57,д).

Окончательное шабрение выполняют по направляющим поперечного суппорта. Когда пригонка трех поверхностей (двух плоских и одной наклонной) поперечных направляющих суппорта окончена, пришабривают клин 14 (см. рис. 56). Для этого окрашивают поверхности, соприкасающиеся с клином, и, надев на них поперечные салазки, легкими ударами молотка вводят клин. Переместив несколько раз поперечные салазки взад и вперед вместе с клином, его вынимают. По следам оставшейся краски на клине выполняют шабрение. После окончательного шабрения клин обрезают по длине и делают вырез под регулировочный винт.

Для проверки прямолинейности, параллельности и спиральной изогнутости направляющих станины используют различные универсальные приспособления. Одно из таких приспособлений — мостик — показано на рис. 59.

Универсальный мостик имеет основание 1 Т-образной формы с четырьмя опорами 5 и еще одной опорой 3. Две из опор 5 можно перемещать в вертикальном направлении по на-

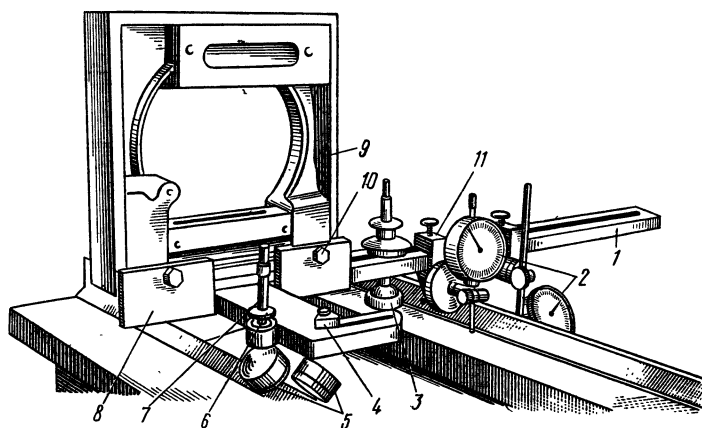


Рис. 59. Проверка направляющих станины универсальным приспособлением — мостиком

резным колонкам 7 и закреплять гайками 6, две другие — передвигать в горизонтальном направлении по продольным пазам и закреплять в требуемом положении гайками 4. Опоры 5 можно также раздвигать в зависимости от ширины направляющих и расстояния между ними. Опора 3 допускает вертикальное и горизонтальное перемещение.

На колодке 8, которую крепят к основанию 1 винтом (на рисунке не видны), устанавливается уровень 9, прикрепляемый к колодке винтами 10. Цена деления основной ампулы уровня 0,02 или 0,05 на 1000 мм. В специальных устройствах 11 устанавливают два индикатора 2. Положение индикаторов можно регулировать, а закреплять их в любом месте основания.

На рис. 60, а показана проверка направляющих треугольного профиля станины токарно-револьверного станка. Четыре опоры 1 мостика (из них на рисунке видны только две) помещены на левой призматической направляющей, а одна опора 3 установлена на одной стороне правой направляющей. Перемещая приспособление вдоль направляющих, определяют по индикатору 4 параллельность левой направляющей базовой плоскости. По уровню, расположенному поперек направляющих, устанавливают их спиральную изогнутость, т. е. отклонение от параллельности в горизонтальной плоскости.

Вторую сторону правой направляющей можно проверить по уровню, установив на этой стороне опоры 3, или (не перенося опоры) по индикатору.

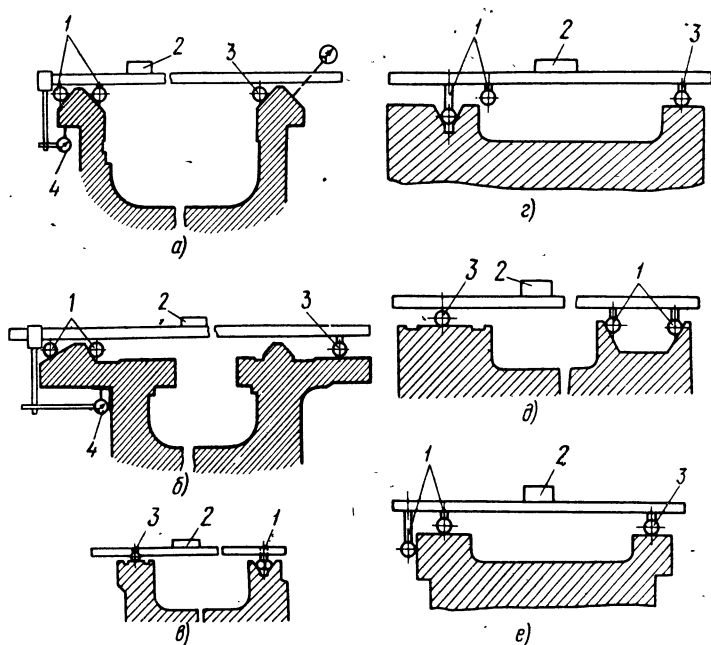


Рис. 60. Схема наладки универсального мостика для проверки:

а — направляющих треугольного профиля, *б* — на параллельность средних направляющих токарного станка, *в, г* — на прямолинейность и спиральную изогнутость направляющих шлифовальных и других станков, *д* — призматической направляющей станины при широко раздвинутых опорах, *е* — плоских направляющих

Чтобы проверить прямолинейность поверхностей, располагают уровень на мостике вдоль направляющих и мостик с уровнем перемещают по направляющим, останавливая его то на одном, то на другом проверяемом участке и отмечая показания уровня. На рис. 60, *б* показана установка приспособления на станине токарного станка для проверки параллельности средних направляющих базовой поверхности, т. е. плоскости под зубчатую рейку (показана слева короткой жирной линией), и для проверки на спиральную изогнутость. Параллельность проверяют индикатором 4, а спиральную изогнутость — уровнем 2.

Наружные направляющие проверяют по уровню и индикатору после переналадки приспособления и его установки на этих направляющих или только по индикатору, используя в качестве базы выверенные средние направляющие.

У станин шлифовальных и некоторых других станков часто встречается сочетание направляющих, показанное на рис. 60, в. Чтобы проверить их на прямолинейность и спиральную изогнутость, располагают четыре опоры 1 между образующими направляющей V-образного профиля, а одну опору 3 — на противоположной плоскости направляющей. Проверку выполняют уровнем 2.

Если размеры направляющих не позволяют поместить между их образующими все опоры приспособления (рис. 60, г), то устанавливают только две опоры 1 и одну опору 3. Остальные опоры 1 не используют. На рис. 60, д показано такое применение мостика, при котором опоры 1 раздвинуты на значительное расстояние между поверхностями призматической направляющей станины.

Плоские направляющие станины проверяют, как показано на рис. 60, е. Особенность установки мостика в данном случае заключается в том, что две опоры 1 упирают в боковую поверхность, остальные две и опору 3 располагают на горизонтальных плоскостях. Таким образом обеспечивают устойчивые показания уровня 2.

По окончании подготовки базовых поверхностей приступают к шабрению направляющих.

Шабрение вытесняется шлифованием, которое более производительно и обеспечивает более высокую точность, чем шабрение или чистое строгание широкими резцами. Кроме того, шлифование позволяет отделять закаленные детали. Широко применяют шлифование направляющих и сопрягаемых с ними подвижных деталей. Для шлифования направляющих применяют специальные станки или специальные приспособления.

Отделка направляющих притиркой применяется, когда требуется повышенная точность обработки. Слесарю-сборщику приходится выполнять два вида притирки — притирку деталей друг к другу и притирку обеих притираемых деталей по третьей, называемой притиром. Более часто слесарь-сборщик пользуется первым способом.

Перед притиркой поверхности подготавливают чистовым строганием или грубым шабрением. Поверхность перед притиркой при проверке на краску должна иметь не менее 4—6 пятен на площади 25 × 25 мм. После этого поверхность тщательно промывают керосином и вытирают досуха чистой тряпкой. На подготовленную поверхность наносят тонкий равномерный слой пасты ГОИ, натирая бруском пасты поверхность до получения сплошного зеленоватого покрытия.

На поверхности направляющих, покрытых пастой, накладывают сопрягаемую деталь, например плиту суппорта на станку токарного станка, и двигают ее по направляющим взад и вперед в течение нескольких минут. Затем сработанную пасту смывают керосином и наносят новый слой. Это повторяется до тех пор, пока не исчезнут следы обработки, а притираемая поверхность не покроется равномерно распределенными матовыми пятнами.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены компенсаторы?
2. Как регулируют зазор прокладками в направляющих?
3. Как выполняют шлифование по маякам?

Глава VII

СБОРКА МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕДАЧИ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

§ 1. ПЕРЕДАТОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Передачи вращательного движения широко применяются в механизмах и машинах. Они служат для изменения частоты и направления вращения, обеспечивают непрерывное и равномерное движение.

Устройство, передающее вращение с одного вала (ведущего) на другой (ведомый), называется *передачей*. Механические передачи бывают двух типов: одни передают движение непосредственным касанием закрепленных на валах деталей (зубчатая, фрикционная), другие — через гибкую связь (ременная, цепная). В этих передачах ведомая деталь захватывается ведущей или под действием трения, или имеющимися на сопряженных деталях взаимно зацепляющимися выступами и впадинами.

Для установления зависимости между частотой вращения ведущего и ведомого шкивов вводится понятие о передаточном числе. *Переда́точное число* — это отношение частоты вращения и диаметра ведущего шкива к частоте вращения и диаметру ведомого шкива. Обозначается передаточное число буквой i . Зависимость частоты вращения от диаметров ведущего и ведомого шкивов выражается следующим равенством: $i = n_1/n_2 = 0,98D_1/D_2$, где D_1 — диаметр ведущего шкива; D_2 — диаметр ведомого шкива; n_1 — частота вращения ведущего шкива; n_2 — частота вращения ведомого шкива; 0,98 — коэффициент, учитывающий проскальзывание ремня.

Если учесть, что $u = D_1/D_2$, то $n_2 = n_1 u$.

Частота вращения ведомого вала равна произведению передаточного числа на частоту вращения ведущего вала.

Пример. $D_1 = 450$ мм, $D_2 = 250$ мм, $n_1 = 200$ об/мин. Чему равно n_2 ?

$$n_2 = u n_1 = n_1 D_1/D_2; \quad n_2 = (200 \cdot 450)/250 \cdot 0,98 = 352 \text{ об/мин.}$$

§ 2. ГИБКИЕ ПЕРЕДАЧИ И СБОРКА ШКИВОВ

Ременные передачи разделяются на две основные группы: передачи плоскими ремнями и передачи клиновидными ремнями. Плоскоременные передачи разделяются также на две группы: обыкновенные передачи и передачи с натяжным устройством.

Обыкновенные передачи разделяются на три типа: открытую, перекрестную и полуперекрестную. Открытая передача применяется при параллельных валах. Параллельное расположение валов является самым простым и удобным для устройства ременной передачи и благоприятным для работы ремня. На каждый из валов надевают шкив, через который перекидывают ремень. При этом оба шкива вращаются в одном направлении.

Если направление вращения шкива совпадает с направлением движения часовой стрелки, то говорят, что шкив вращается по часовой стрелке, если же оно не совпадает, то шкив вращается против часовой стрелки.

В каждой паре шкивов, связанных ременной передачей, различают ведущие и ведомые шкивы. Шкив, получающий движение от своего вала и передающий его ремню, называется ведущим, а получающий движение от ремня и передающий его валу, — ведомым.

На рис. 61, а показана открытая ременная передача. Шкив O_1 является ведущим. Стрелка на рисунке указывает, что он вращается по часовой стрелке. Ведомый шкив O_2 будет тоже вращаться по часовой стрелке.

Если нужно получить вращение ведомого шкива в сторону, противоположную вращению ведущего шкива, то пользуются перекрестной передачей (рис. 61, б). При этом ведущий шкив O_1 вращается по часовой стрелке, а ведомый O_2 будет вращаться против часовой стрелки. Валы расположены параллельно между собой.

Если валы расположены перпендикулярно друг другу, то применяют полуперекрестную передачу (рис. 61, в).

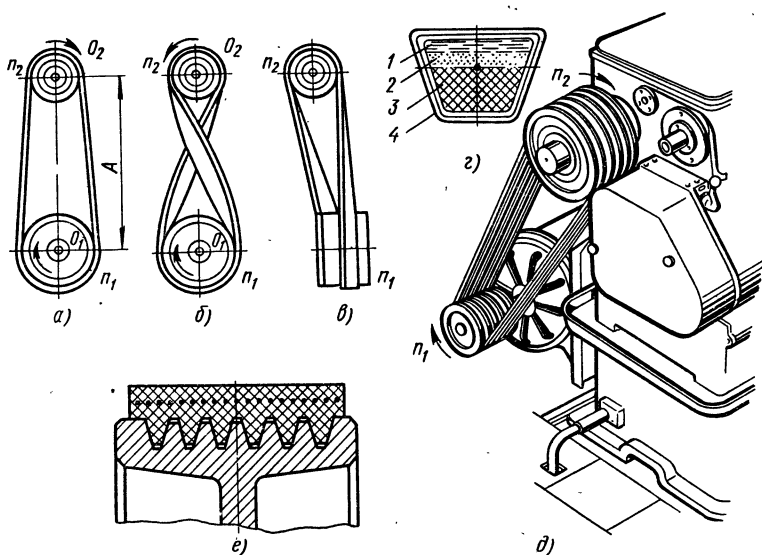


Рис. 61. Виды ременных передач:

а — открытая, *б* — перекрестная, *в* — полуперекрестная, *г* — поперечное сечение клиновидного ремня, *д* — схема передачи вращения, *е* — поперечное сечение поликлиновидного ремня

В приводах машин применяют плоские ремни — кожаные, хлопчатобумажные цельнотканые, хлопчатобумажные шитые, тканые и прорезиненные и клиновидные. В станках применяют главным образом кожаные, прорезиненные и клиновидные. На рис. 61, *г* показано сечение клиновидного ремня: он состоит из нескольких рядов прорезиненной ткани 1, нескольких рядов корда 2 (толстые крученые хлопчатобумажные нити), слоя резины 3 и обертки 4 из прорезиненной ткани.

На рис. 61, *д* показана клиноременная передача. Каждый из ремней укладывают в «свой» желобок на ободу шкива. При этом ремень утапливается в желобке настолько, что не касается его дна своей нижней поверхностью.

Получили распространение поликлиновидные ремни рис. 61, *е*. Это бесконечные плоские ремни, на внутренней поверхности которых имеются клиновые выступы, выполненные по форме клиновидных ремней (число их от 2 до 36). Выступы эти входят в соответствующие впадины шкивов.

Основным недостатком ременной передачи является проскальзывание ремня, зависящее от натяжения ремня и величины дуги, на которой ремень охватывает шкивы. При раз-

личных диаметрах шкивов в худшем положении находится меньший шкив, у которого величина охвата ремня небольшая.

Чтобы увеличить натяжение ремня и величину охвата у меньших шкивов, применяют натяжные ролики (рис. 62, а). Диаметр натяжного ролика берется равным $0,8 - 1,0$ диаметра малого шкива. Он располагается на ведомой ветви у малого шкива. За счет тяжести ролика 1, а при необходимости и дополнительного груза 2 или пружины, осуществляется постоянное натяжение ремня. Это обеспечивает большой угол охвата ремнем шкива, улучшает условия работы передачи, позволяет уменьшать межосевое расстояние.

Во всех видах ременных передач применяют натяжной вал. Натяжение ремня выполняется периодически путем перемещения одного из валов (рис. 62, б, в). Способы натяжения ремня:

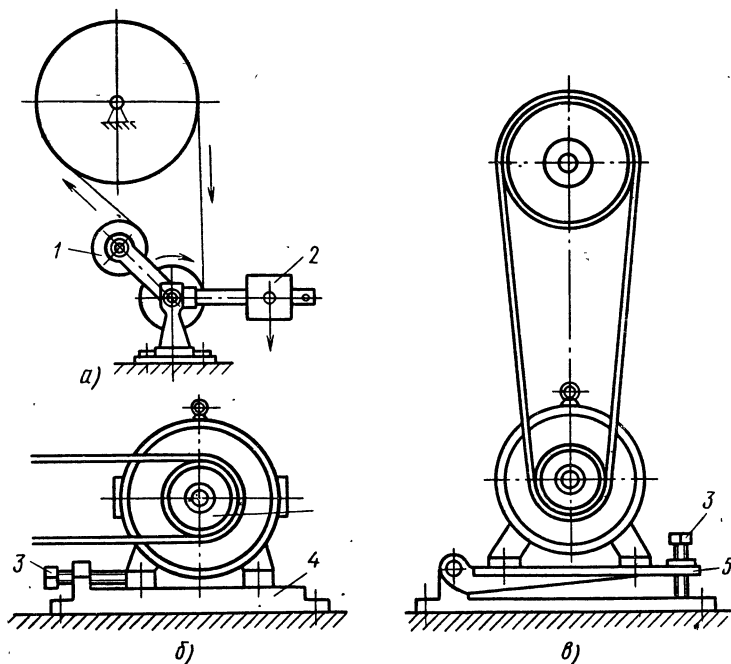


Рис. 62. Способы натяжения ременных передач:

а — натяжным роликом, б — салазками с установленным двигателем, в — силой тяжести электродвигателя, установленного на качающейся плите

электродвигатель с малым шкивом устанавливается на салазки 4 и может перемещаться по ним. Натяжение выполняется винтом 3;

с помощью качающейся плиты 5. Плита крепится шарнирно, ее положение фиксируется винтом 3. Натяжение осуществляется за счет силы тяжести двигателя и плиты;

с помощью груза. Груз оттягивает один из валов и обеспечивает автоматическое регулирование натяжения.

Первые два способа применяются во всех видах технологического оборудования для любых ременных передач. Плоские ремни после вытяжки укорачивают с последующими сшивкой и склеиванием.

Сборка шкивов. Шкивы обычно изготавливаются литыми из чугуна или стали. Выполняются они или со спицами, или со сплошным диском, в котором могут быть сделаны отверстия для уменьшения массы шкива. Шкивы могут быть цельными и разъемными. При расположении шкива на конце вала применяют цельные шкивы, а при расположении между подшипниками — разъемные.

Шкивы бывают одноступенчатые и многоступенчатые. На многоступенчатым шкиве имеется несколько ступеней различного диаметра.

Шкивы для клиноременной передачи по конструкции отличаются от гладких шкивов только наличием на ободе призматических канавок.

Рабочие неразъемные шкивы монтируются на валу с тугой или напряженной посадкой. Если шкив устанавливается на выступающей из подшипника шейке вала, то она может быть конической (рис. 63, а) или цилиндрической (рис. 63, б) с призматической или клиновой шпонкой. На цилиндрическом валу с призматической шпонкой делают буртик (рис. 63, в) для фиксации положения шкива, а чтобы шкив не сдвинулся во время работы, его дополнительно крепят гайкой (рис. 63, г). Если шкив крепится клиновой шпонкой (рис. 63, в), то дополнительного крепления делать не требуется.

Установка шкива на клиновой шпонке применяется лишь в тихоходных и неответственных передачах, когда не требуется точной посадки, так как клиновая шпонка смещает ось ступицы, а при небольшой длине ее появляется перекос, что недопустимо в быстроходных тяжело нагруженных передачах. При использовании призматической шпонки смещение оси ступицы шкива значительно меньше и такие соединения являются более точными.

Если требуется весьма высокая точность, применяют шли-

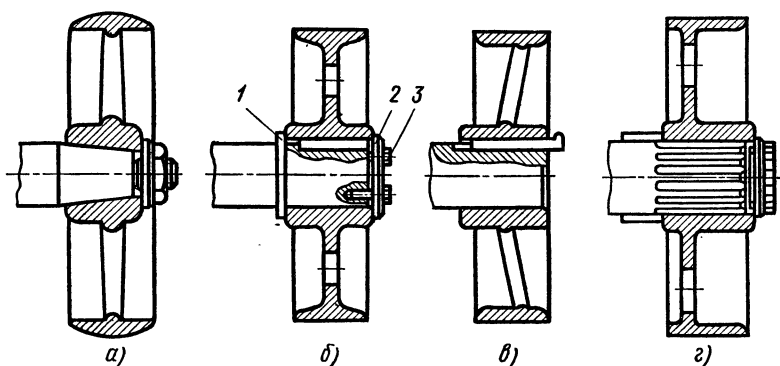


Рис. 63. Схемы сборки шкивов на валах:

а — на коническом конце вала, *б* — на цилиндрическом конце вала со шпонкой, *в* — установка шкива с креплением клиновой шпонкой, *г* — посадка шкива на шлицевом валу; 1 — вал, 2 — шпонка, 3 — стопорный винт

цевые соединения (рис. 63, г). При таком виде соединения шкивы центрируются лучше, чем на шпонках, увеличивается прочность и меньше изнашивается место посадки.

Для посадки шкива на вал применяют винтовые приспособления, например стяжные скобы. Разъемный хомутик 1 (рис. 64) надевают на вал и упирают в его буртик. Затем между спицами шкива пропускают тяги 2, а к торцу ступицы шкива подкладывают планку 3, в которую упирается винт 4. Поворачивая винт и слегка ударяя через подкладку в разных местах по наружной поверхности ступицы, постепенно надвигают шкив на вал. Удары устраняют заедание шкива на валу вследствие возможных перекосов.

Разъемные шкивы можно устанавливать в любом месте по длине вала. Сборка шкива заключается в соединении шпильками двух его половинок. Проверка правильности посадки

шкивов на вал сводится к проверке на биение.

Биение шкивов вызывает быстрый износ подшипников, а у передач точных быстроходных металлорежущих станков способствует повышению вибраций, увеличивающих шероховатость поверхности обрабатываемых деталей. Причинами

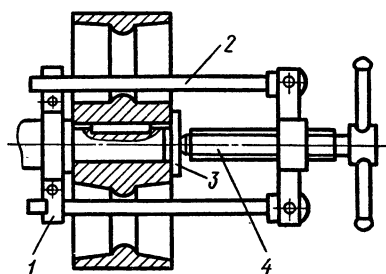


Рис. 64. Схема посадки шкива с помощью стяжной скобы

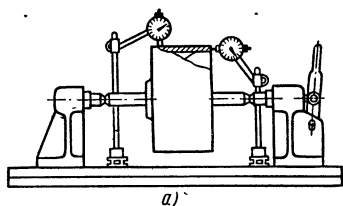
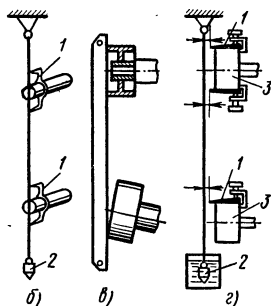


Рис. 65. Схемы проверки собранного шкива:

а — на биение, *б* — взаимной параллельности валов с помощью шнура с гирями, *в* — металлической линейкой, *г* — шнуром; 1 — стрелки, 2 — гири, 3 — шкивы



биения шкивов являются: изгиб вала, неправильная механическая обработка шкивов и неправильная посадка их на вал при сборке.

Биение шкивов проверяют рейсмасом-чертилкой или индикатором. При проверке биения индикатором отсчет ведут по циферблату индикатора (рис. 65, *а*), а при проверке чертилкой величину биения определяют щупом.

Проверяют два параллельных вала с помощью стрелок и отвеса (рис. 65, *б*). На концах валов укреплены стрелки 1, концы которых соприкасаются со шнуром. При повороте валов на 180° стрелки должны вновь соприкоснуться со шнуром. Проверку выполняют также с помощью линейки — рис. 65, *в*, с помощью шнура — рис. 65, *г* (при натягивании шнура между ободами шкивов и шнуром должен быть одинаковый зазор).

После проверки на биение надевают ремень. Для этого шкивы вращают вручную. Сначала ремень надевают на ведущий шкив, затем — на ведомый. Для надевания пользуются крючками или наводками.

§ 3. БАЛАНСИРОВКА ДЕТАЛЕЙ

Неуравновешенность деталей выражается в том, что деталь, например шкив, посаженный на вал, шейки которого свободно вращаются в подшипниках, стремится после вращения остановиться в одном определенном положении. Это указывает на то, что в нижней части шкива сосредоточено большее количество металла, чем в его верхней части, т. е. центр тяжести шкива не совпадает с осью вращения.

Ниже рассмотрен неуравновешенный диск, посаженный на вал, который вращается в подшипниках (рис. 66, *а*). Пусть его неуравновешенность относительно оси вращения выражается

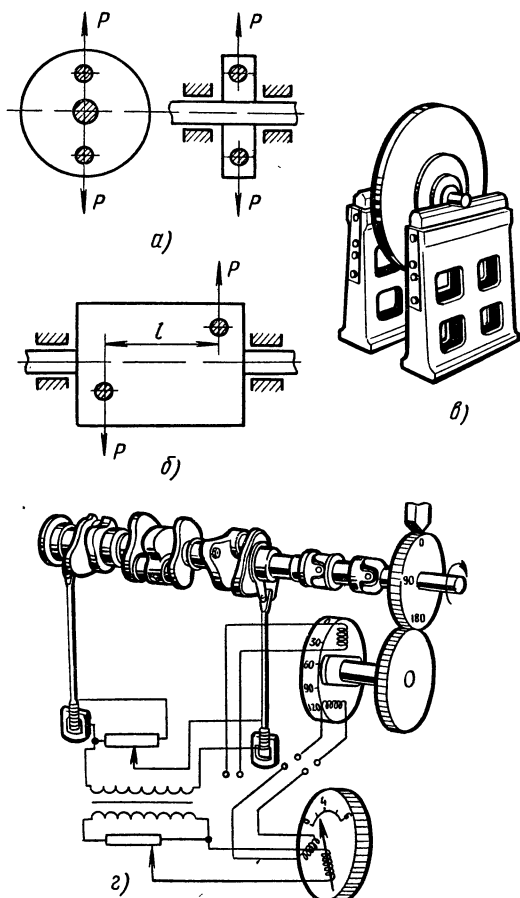


Рис. 66. Схемы определения неуравновешенности деталей:

а — короткой, б — длинной, в — балансировка шкива на призмах, г — машина для динамической балансировки

массой груза P (темный кружок). Неуравновешенность диска заставляет его останавливаться всегда так, чтобы груз P занимал самое низкое положение. Если к диску на противоположной стороне и на том же расстоянии от оси, что и темный кружок, прикрепим груз такой же массы (заштрихованный кружок), то это уравновесит диск. В этом случае говорят, что диск уравновешен относительно оси вращения.

Рассмотрим деталь, у которой длина больше диаметра (рис. 66, б). Если ее уравновесить только относительно оси вращения, то возникает сила, которая стремится повернуть продольную ось детали против часовой стрелки и тем самым дополнительно нагружает подшипники. Чтобы избежать этого, уравнивающий груз располагают на расстоянии l от силы P .

Сила, с которой действует неуравновешенная вращающаяся масса, зависит от величины этой неуравновешенной массы, расстояния ее от оси, от квадрата числа оборотов ее. Следовательно, чем выше скорость вращения детали, тем сильнее оказывается ее неуравновешенность.

При значительных скоростях вращения неуравновешенные детали вызывают вибрацию детали и машины в целом, в результате чего подшипники быстро изнашиваются, а в некоторых случаях машина может разрушиться. Поэтому детали машин, вращающиеся с большой скоростью, должны быть тщательно отбалансированы.

Существует два вида балансировки: статическая и динамическая.

Статическая балансировка может уравнивать деталь относительно ее оси вращения (рис. 66, а), но не может устранить действие сил, стремящихся повернуть продольную ось изделия (рис. 66, б). Статическую балансировку производят на ножах или призмах, роликах (рис. 66, в). Ножи, призмы и ролики должны быть калеными и шлифованными и перед балансировкой выверены на горизонтальность.

Операцию балансировки выполняют следующим образом. На ободе шкива предварительно наносят мелом черту. Вращение шкива повторяют 3—4 раза. Если меловая черта будет останавливаться в разных положениях, то это будет указывать на то, что шкив отбалансирован правильно. Если меловая черта каждый раз будет останавливаться в одном положении, то это значит, что часть шкива, находящаяся внизу, тяжелее противоположной. Чтобы устранить это, уменьшают массу тяжелой части высверливанием отверстий или увеличивают массу противоположной части обода шкива, высверлив отверстия, а затем залив их свинцом.

Динамическая балансировка устраняет оба вида неуравновешенности. Динамической балансировке подвергают быстроходные детали со значительным отношением длины к диаметру (роторы турбин, генераторов, электродвигателей, быстровращающиеся шпиндели станков, коленчатые валы автомобильных и авиационных двигателей и т. д.).

Динамическую балансировку производят на специальных станках (рис. 66,2) высококвалифицированные рабочие. При динамической балансировке определяют величину и положение массы, которые нужно приложить к детали или отнять от нее, чтобы деталь оказалась уравновешенной статически и динамически.

Центробежные силы и моменты инерции, вызванные вращением неуравновешенной детали, создают колебательные движения из-за упругой податливости опор. Причем колебания их пропорциональны величине неуравновешенных центробежных сил, действующих на опоры. На этом принципе основана балансировка деталей и сборочных единиц машин.

Динамическая балансировка выполняется на электрических автоматизированных балансировочных станках. Они в интервале 1—2 мин выдают данные: глубину и диаметр сверления, массу грузов, размеры контргрузов и места, где необходимо закрепить и снять грузы. Кроме того, выполняется регистрация колебаний опор, на которых вращается уравновешенная сборочная единица, с точностью до 1 мм.

§ 4. СБОРКА ЦЕПНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Для передачи вращательного движения между удаленными друг от друга валами применяется помимо ременной цепная передача. В цепных открытых гибких передачах место шкивов занимают зубчатые колеса, называемые звездочками, а гибкая лента заменена цепью. Зацепление происходит между зубьями звездочки и звеньями цепи. Цепь в отличие от ремня не проскальзывает и ее можно применять в передачах при малом расстоянии между валами и в передачах со значительным передаточным числом.

Цепи работают с большими скоростями, достигающими до 30 м/с и передаточным числом $u = 15$. Коэффициент полезного действия цепных передач в отдельных случаях составляет 0,98.

Передаточное число цепных передач

$$u = n_1/n_2 = D_1/D_2 = z_1/z_2,$$

где n_1 , D_1 , z_1 — частота вращения, диаметр и число зубьев ведущей звездочки, n_2 , D_2 , z_2 — то же, ведомой звездочки.

Цепная передача (рис. 67,а) состоит из двух звездочек — ведущей 1 и ведомой 2, сидящих на валах, и бесконечной цепи 3, надетой на эти звездочки.

Из различных видов цепей большее применение имеют цепи однорядные и многорядные, роликовые и пластинчатые. Роли-

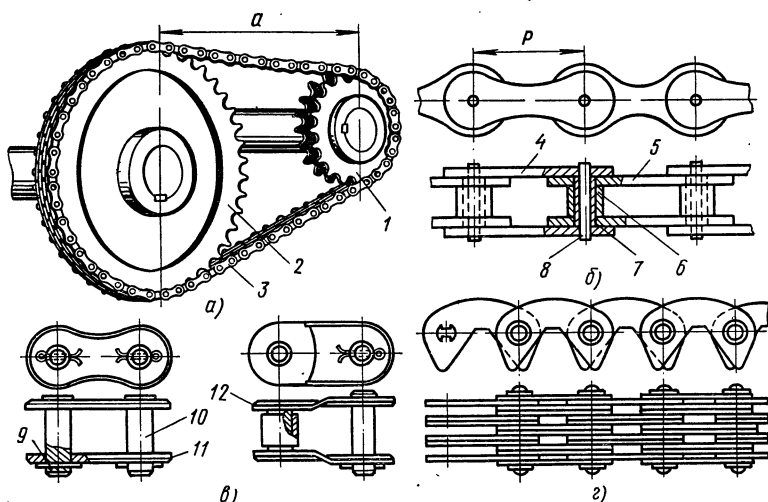


Рис. 67. Цепные передачи:

a — общий вид, *б* — однорядная роликовая цепь, *в* — замок, *г* — пластинчатая цепь

ковые цепи допускают наибольшую скорость до 18 м/с, пластинчатые — до 30 м/с.

Роликовая цепь (рис. 67, б) состоит из шарнирно соединенных пластинок 4 и 5, между которыми помещаются ролики 6, свободно вращающиеся на втулке 7. Втулка, запрессованная в отверстия внутренних пластинок 5, может поворачиваться на валике 8. Расстояние между осями двух соседних валиков, или шаг цепи, должен равняться шагу звездочки. Под шагом звездочки понимают длину дуги, описанной по верху ее зубьев и ограниченной вертикальными осями симметрии двух смежных зубьев.

Валики 8 плотно запрессовываются в отверстиях наружных пластинок 4. На одном из звеньев цепи делают замок (рис. 67, в) из двух валиков 9 и 10, соединительной пластинки 11, изогнутой пластинки 12 и шплинтов для крепления пластинок. Чтобы снять или установить цепь, ее размыкают, для чего сначала разбирают замок.

Пластинчатая цепь (рис. 67, г) состоит из нескольких рядов пластин с зубцами, соединенных между собой втулками и шарнирно укрепленных на общих валиках.

Звездочки изготавливаются литые из чугуна и стали, штампованные из листовой стали и стальные кованные.

По конструкции звездочки могут быть цельными и сборными (стальной венец, ступица из чугуна или стали обыкновенного качества, венец напрессовывается на ступицу и крепится винтами или заклепками).

Технические требования, предъявляемые к сборке цепных передач:

1. Оси валов, на которых расположены звездочки, должны быть взаимно параллельны (допустимое отклонение 0,1 мм на длине 1000 мм).

2. Звездочки не должны быть смещены одна относительно другой в плоскости движения цепи. Допустимое смещение звездочек составляет 1—2 мм на каждые 1000 мм.

3. Пластины цепи должны быть параллельны между собой.

4. Цепи не должны быть чрезмерно натянутыми, но и не должны иметь большого провисания.

5. Шаг цепи должен строго соответствовать шагу звездочки, иначе звенья цепи будут набегать на зубья звездочки, а это вызовет поломку зубьев или обрыв цепи.

6. Передачи должны работать плавно, без рывков. Допустимое биение оговаривается в технических условиях.

Пригонка и посадка зубчатых колес (звездочек) на валы и выверка их производится так же, как и у шкивов.

Ниже описано крепление звездочки на вал. Звездочку 1 (рис. 68, а) насаживают на вал с призматической шпонкой 2 с помощью молотка и оправки. Шпонка должна свободно входить в паз ступицы, чтобы не образовался задир. Звездочку напрессовывают, предварительно смазав шейку вала машинным маслом, завертывают до отказа стопор 3 и закрепляют контргайкой 4. При таком закреплении звездочек регулирование производят, сдвигая звездочку в ту или другую сторону легкими ударами молотка при ослабленном стопоре 3.

Другой способ сборки (рис. 68, б) состоит в том, что звездочку 5 крепят к ступице 6 заклепками 8. Отверстия под заклепки сверлят по кондуктору. Отверстие в ступице под штифт 7 сверлят с одной стороны предварительно, а по нему сверлят на валу и одновременно на противоположной стенке ступицы. Затем отверстие совместно разворачивают конической разверткой (вручную, на сверлильном станке или дрелью). В готовые отверстия запрессовывают штифт 7.

Собранные звездочки проверяют на радиальное и торцовое биение (рис. 68, в) индикатором или щупом. Величина биения а и б зависит от конструкции и точности передач, которая указывается в технических условиях на сборку цепных передач (от 0,2 до 0,3 мм).

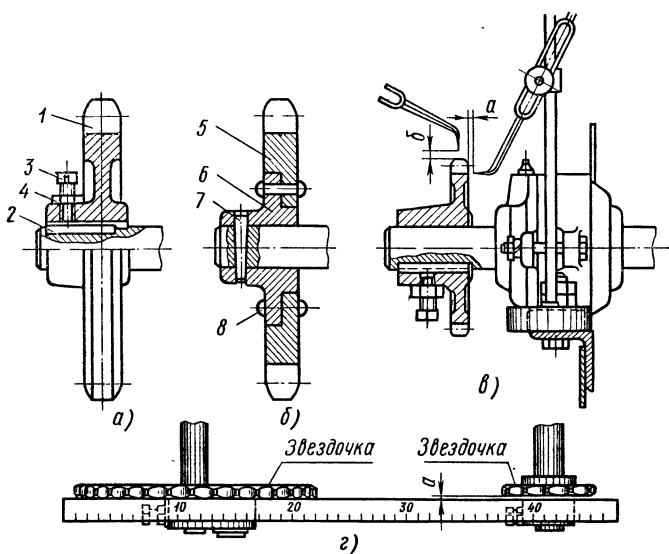


Рис. 68. Схемы крепления звездочек на валах и схемы проверки на радиальное и торцовое биение:

крепление: а — на шпонке и стопором, б — коническим штифтом;
 проверки: в — на радиальное и торцовое биение рейсмасом, г — на соосное биение линейкой

Проверка осей валов, на которых закреплены звездочки, их точное и взаимное расположение имеют важное значение, так как от этого зависит правильное набегание цепи на зубья звездочки. Проверку выполняют с помощью шнура, а при межосевом расстоянии до 1000 мм — металлической линейкой, прикладывая ее ребром к торцам звездочки (рис. 68, г), а затем проверяют зазор между ребром линейки и торцом звездочки щупом при разных положениях звездочки. Допустимое смещение звездочек составляет 1–2 мм на 1000 мм длины.

Монтаж втулочно-роликовой цепи осуществляют с помощью соединительного звена, имеющего два валика, скрепленные пластинами (рис. 69, а), одна из которых может легко сниматься. Таким звеном можно соединять цепи, имеющие только четное число звеньев, а если необходимо собрать цепь с нечетным числом шагов, вводят переходное звено (рис. 69, б). После чего приступают к соединению цепей с помощью крючковых (рис. 69, в) и пружинных стяжек (рис. 69, г). При пользовании стяжкой (рис. 69, в) отвинчивают барашек 1 до конца винта 2, раздвигают лапки 3 и 4 и вводят их в звенья цепи. Завинчи-

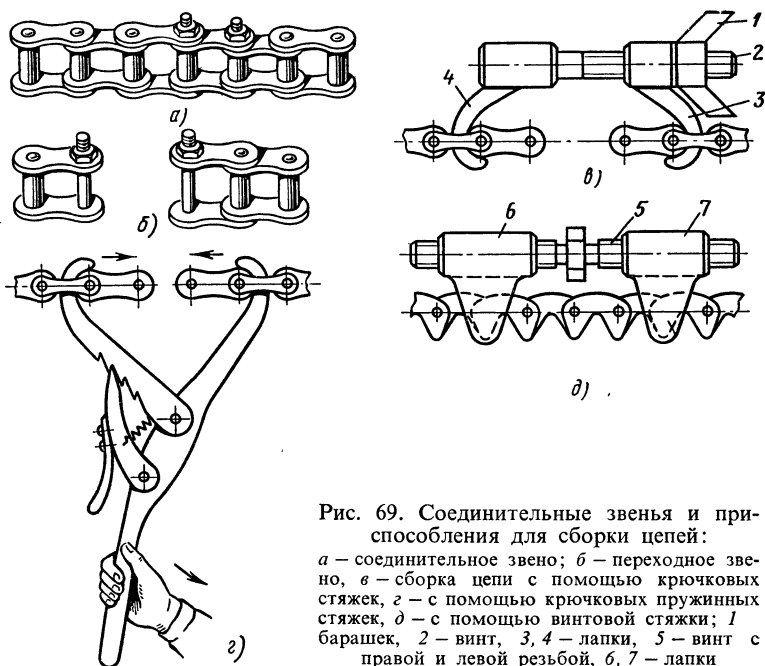


Рис. 69. Соединительные звенья и приспособления для сборки цепей:

a — соединительное звено; *б* — переходное звено, *в* — сборка цепи с помощью крючковых стяжек, *г* — с помощью крючковых пружинных стяжек, *д* — с помощью винтовой стяжки; *1* — барашек, *2* — винт, *3*, *4* — лапки, *5* — винт с правой и левой резьбой, *6*, *7* — лапки

вая барашек *1*, сближают концевые звенья. Для соединения пластинчатых зубчатых цепей (рис. 69, *д*) вращают винт *5* с правой и левой резьбой, при этом лапки *6* и *7* сдвигаются, и концы цепи стягиваются.

При сборке цепей нельзя допускать сильного их натяжения. Цепь с небольшим провисанием правильно укладывается на зубья звездочек, в результате уменьшаются удары между звеньями и зубьями и снижается износ передачи, цепь работает более плавно и бесшумно. Кроме того, при нормальном натяжении цепи уменьшается нагрузка на детали механизма.

В горизонтальных (или слегка наклонных) цепных передачах величина стрелы провисания цепи равна: $l = 0,02a$, где a — расстояние между центрами звездочек, мм. Для вертикальных передач $l = 0,002a$.

Для повышения сроков службы цепных передач большое значение имеет смазка цепей. Режим смазки выбирают в зависимости от скорости передачи: при скорости до 2 м/с — периодическая смазка, при скорости 2,5–5 — капельная, при скорости 5–7 — с помощью ванны, при скорости, превышающей 7 м/с, — принудительная насосом.

§ 5. ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Зубчатые передачи имеются почти во всех сборочных единицах промышленного оборудования. С их помощью изменяют по величине и направлению скорости движущихся частей станков, передают от одного вала к другому усилия и крутящие моменты.

В зубчатой передаче движение передается с помощью пары зубчатых колес (рис. 70, *а* — *ж*). В практике меньшее зубчатое колесо принято называть шестерней, а большее — колесом. Термин «зубчатое колесо» относится как к шестерне, так и к колесу.

Зубчатое колесо, сидящее на ведущем валу, называют ведущим, а сидящее на ведомом валу — ведомым. Число зубьев зубчатого колеса обозначается буквой z .

Передачным числом и зубчатых передач называют отношение числа зубьев ведущего колеса z_1 к числу зубьев ведомого z_2 или отношение частоты вращения ведущего колеса n_1 к частоте вращения ведомого колеса n_2 , т. е. $u = n_1/n_2 = z_1/z_2$.

В зависимости от взаимного расположения геометрических осей валов зубчатые передачи бывают: цилиндрические, конические и винтовые. Зубчатые колеса для промышленного оборудования изготовляют с прямыми, косыми и угловыми (шевронными) зубьями.

По профилю зубьев зубчатые передачи различают: эвольвентные и циклоидальные. Помимо зубчатых передач с эвольвентным зацеплением в редукторах применяют передачу Новикова с круговым профилем зубьев. Передача Новикова позволяет применять колеса с малым числом зубьев, а значит, имеет большое передаточное число и может передавать значительные мощности. Циклоидальное зацепление используется в приборах и часах.

Цилиндрические зубчатые колеса с прямым зубом (рис. 70, *а*) служат в передачах с параллельно расположенными осями валов и монтируются на последних неподвижно или подвижно.

Зубчатые колеса с косым зубом (рис. 70, *б*) применяют для передачи движения между валами, оси которых пересекаются в пространстве, а в ряде случаев и между параллельными валами, например, когда в передаче должны сочетаться повышенная окружная скорость колес и бесшумность их работы при больших передаточных отношениях до 15:1.

Косозубые колеса монтируют на валах только неподвижно.

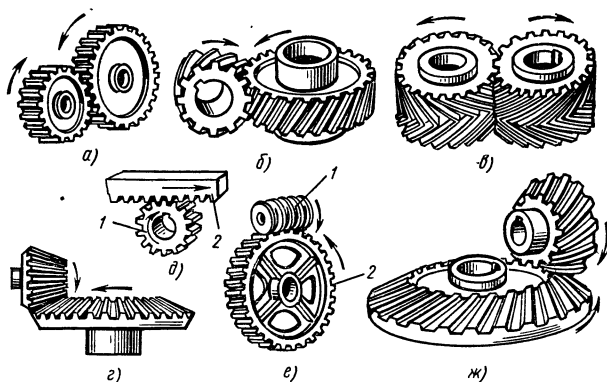


Рис. 70. Зубчатые зацепления:

а — цилиндрическое с прямым зубом, *б* — то же, с косым зубом, *в* — с шевронным зубом, *г* — коническое, *д* — колесо — рейка, *е* — червячное, *ж* — с круговым зубом

Работа косозубых колес сопровождается осевым давлением. Осевое давление можно устранить, соединив два косозубых колеса с одинаковыми, но направленными в разные стороны зубьями. Так получают шевронное колесо (рис. 70, *в*), которое монтируют, обращая вершину угла зубьев в сторону вращения колеса. На специальных станках шевронные колеса изготавливают целыми из одной заготовки.

Конические зубчатые передачи различают по форме зубьев: прямозубые, косозубые и круговые.

На рис. 70, *г* показаны конические прямозубые, а на рис. 70, *ж* — круговые зубчатые колеса. Их назначение — передача вращения между валами, оси которых пересекаются. Для пересекающихся осей применяют также червячные передачи (рис. 70, *е*). Конические зубчатые колеса с круговым зубом применяются в передачах, где требуется особая плавность и бесшумность движения.

На рис. 70, *д* изображены зубчатое колесо и рейка. В этой передаче вращательное движение колеса 1 преобразуется в прямолинейное движение рейки 2.

Элементы зубчатого колеса. В каждом зубчатом колесе (рис. 71) различают три окружности (делительную, окружность выступов, окружность впадин) и, следовательно, три соответствующих им диаметра.

Делительная, или начальная, окружность делит зуб по высоте на две неравные части: верхнюю, называемую головкой зуба, и нижнюю, называемую ножкой зуба. Высоту

головки зуба принято обозначать h_a , высоту ножки — h_f , а диаметр окружности — d .

Окружность выступов — это окружность, ограничивающая сверху профили зубьев колеса. Обозначают ее d_a .

Окружность впадин проходит по основанию впадин зубьев. Диаметр этой окружности обозначают d_f .

Расстояние между серединами двух соседних зубьев, измеренное по дуге делительной окружности, называется шагом зубчатого зацепления. Шаг обозначают буквой P . Если шаг, выраженный в миллиметрах, разделить на число $\pi = 3,14$, то получим величину, называемую модулем. Модуль выражают в миллиметрах и обозначают буквой m .

Таким образом, $m = P/\pi = P/3,14$, тогда шаг $P = \pi m = 3,14m$.

Дуга делительной окружности S в пределах зуба называется толщиной зуба, дуга S_1 — шириной впадины. Как правило, $S = S_1$. Размер b зуба по линии, параллельной оси колес, называется длиной зуба.

Радиальный зазор δ (см. рис. 71) — кратчайшее расстояние между вершиной зуба и основанием впадины сопряженного колеса.

Боковой зазор C_n (см. рис. 71) — кратчайшее расстояние между нерабочими профилями смежных зубьев, когда их рабочие поверхности находятся в контакте.

С модулем связаны все элементы зубчатого колеса: высота головки зуба $h_a = m$, высота ножки зуба $h_f = 1,2m$, высота всего зуба $h = 2,2m$.

Зная число зубьев z , с помощью модуля можно определить диаметр делительной окружности зубчатого колеса $d = zm$.

Диаметр окружности выступов (диаметр заготовки зубчатого колеса) вычисляется по формуле $d_a = (z + 2)m$.

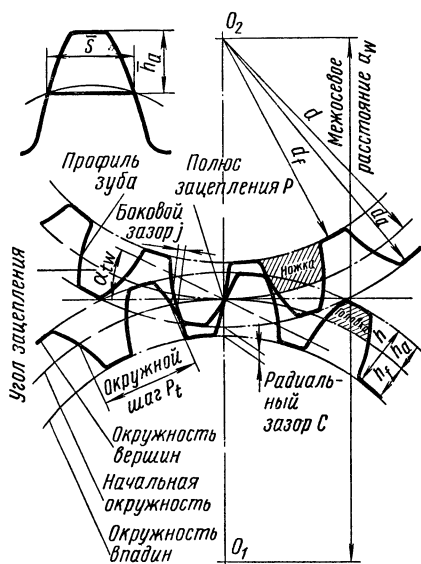


Рис. 71. Схема зацепления в передачах цилиндрическими зубчатыми колесами

Формулы, с помощью которых можно определить параметры цилиндрических зубчатых колес в зависимости от модуля и числа зубьев, приведены в табл. 5.

Тихоходные зубчатые колеса изготавливают из чугуна или углеродистой стали, быстроходные — из легированной стали. После нарезания зубьев на зуборезных станках зубчатые колеса подвергают термической обработке, чтобы увеличить их прочность и повысить стойкость против износа. У колес из углеро-

5. Формулы для расчета параметров цилиндрических зубчатых колес

Параметры		Обозначения ГОСТ 13755—81	Формулы
Диаметр окружности выступов		d_a	$d_a = (z + 2) m$
Диаметр делительной окружности		d	$d = zm$
* Диаметр окружности впадин		d_f	$d_f = (z - 2,4) m$
Модуль		m	$m = P/\pi = d/z$
Шаг зацепления		P	$P = \pi m = 3,14 m$
Число зубьев		z	$z = d/m$
Высота зуба (глубина впадины)		h	$h = 2,2 m; h = h_f + h_a$
Высота головки зуба		h_a	$h_a = m$
Высота ножки зуба		h_f	$h_f = 1,25 m$
Измеренные по начальной окружности	толщина зуба	S	$S = P/2; 3,14 m/2$
	ширина впадины	S_1	$S_1 = P/2; 3,14 m/2$
Межосевое расстояние		a	$a = (z_1 + z_2) m/2$
Радиальный зазор		δ	$\delta = 0,25 m;$ $h_f - h_a$

дистой стали поверхность зубьев улучшают химико-термическим способом — цементацией и потом закалкой. Зубья быстроходных колес после термической обработки шлифуют или притирают. Применяется также поверхностная закалка токами высокой частоты.

Чтобы зацепление было плавным и бесшумным, одно из двух колес в зубчатых парах в отдельных случаях, когда это позволяет нагрузка, выполняют из текстолита, древеснослоистого пластика ДСП-Г или капрона. Для облегчения зацепления зубчатых колес при включении посредством перемещения по валу торцы зубьев со стороны включения закругляют.

Зубчатые передачи бывают открытые и закрытые. Открытые передачи, как правило, тихоходные. Они не имеют корпуса для масляной ванны и периодически смазываются густой смазкой. Закрытые передачи заключены в корпуса. Зубчатые колеса закрытых передач смазываются, или в масляной ванне, или струйной смазкой под давлением.

По быстроходности зубчатые передачи разделяются на следующие виды (м/с): весьма тихоходные — $v < 0,5$, тихоходные — $0,5 < v \leq 3$, среднескоростные — $3 < v \leq 15$, скоростные — $15 < v < 40$, высокоскоростные — $v > 40$.

Точность изготовления колес и сборки передач должны соответствовать государственному стандарту. Для цилиндрических, конических и червячных зубчатых передач установлено 12 степеней точности, обозначаемых в порядке убывания точности степенями 1 — 12.

Наиболее точные 1-я и 2-я степени являются резервными, так как современные возможности производства и контроля не могут обеспечить изготовление точных колес. 12-я степень также резервная, так как согласно действующим ГОСТам зубчатые колеса пока не выполняются грубее 12-й степени точности.

Большое применение имеют зубчатые передачи 6, 7, 8 и 9-й степеней точности. Краткие характеристики наиболее распространенных зубчатых и червячных передач (6-й — 9-й степеней точности) приведены в табл. 6. Каждая степень точности зубчатой передачи соответствует нормали кинематической точности, установленной ГОСТом, а также плавности работы колеса и контакта зубьев.

В § 2 «Гибкие передачи и сборка шкивов» были рассмотрены основные сборочные операции при сборке валов и насадке шкивов на валы. Посадка зубчатых колес на валы ничем не отличается от посадки шкивов, поэтому ниже описана только проверка, регулирование зубчатых и червячных передач.

6. Характеристика зубчатых и червячных передач

Степень точности	Характеристика передач		
	зубчатых цилиндрических	зубчатых конических	червячных
6-я (особо точные)	Предназначаются для передачи больших мощностей и работы с высокими окружными скоростями: более 8 м/с для прямозубых и 15 м/с для непрямо зубых колес. Высокий к. п. д., бесшумность в работе, обработка зубьев весьма точная	Используются в мощных передачах с окружными скоростями более 5 м/с для прямозубых и 10 м/с для косозубых колес. Точность обработки высокая, при особо трудных условиях притираются в паре; к. п. д. высокий, шум слабый	Предназначаются для передач, требующих точного отсчета, при окружных скоростях по колесу более 5 м/с. Витки червяка шлифуются, малая шероховатость зубьев колеса; высокий к. п. д., передача обкатывается под нагрузкой
7-я (точные)	Работают при меньших мощностях с окружными скоростями до 10 м/с для прямозубых и 20 м/с для непрямо зубых колес. Повышенный к. п. д., при работе издают слабый шум; обработка зубьев точная	Предназначаются для передачи сравнительно больших мощностей при скоростях до 6 м/с для прямозубых и 13 м/с для косозубых колес. Повышенный к. п. д., зубья шлифуются, шум слабый	Силовые передачи со скоростью по колесу до 7,5 м/с. Червяки шлифуются, колеса нарезают шлифованными червячными фрезами, малая шероховатость обработки зубьев, к. п. д. повышенный
8-я (средней точности)	Средненагруженные, работают с окружными скоростями до 5 м/с для прямозубых и 9 м/с для косозубых колес. Нормальный к. п. д., шум при работе гудящий, возможны неточности	Передаваемые мощности средние. Окружные скорости до 3 м/с для прямозубых и 7 м/с для косозубых колес. Точность обработки средняя, к. п. д. пониженный, при работе издается шум, удары слабые	Неответственные, кратковременно работающие передачи с окружными скоростями по колесу до 3 м/с. Шероховатость обработки червяка и зубьев колеса средняя, допускается шабрение; к. п. д. средний
9-я (пониженной точности)	Используются в неответственных передачах, где не предъявляются требования в отношении точности. Окружные	Тихоходные передачи для небольших мощностей при окружных скоростях до 2,5 м/с для прямозубых и 5 м/с	Передачи с ручными приводами и окружными скоростями по колесу менее 1,95 м/с. Червяк точеный, колеса с фрезеро-

Степень точности	Характеристика передач		
	зубчатых цилиндрических	зубчатых конических	червячных
	скорости до 3 м/с для прямозубых и 6 м/с для не-прямозубых колес	для косозубых колес. Точность изготовления и к. п. д. низкие	ваным зубом; к. п. д. низкий

Основными техническими требованиями к зубчатым сборочным единицам являются следующие:

1. Зубья колес при проверке на краску должны иметь зону касания не менее 0,3 длины зуба, а по профилю — от 0,6 до 0,7 высоты зуба.

2. Радиальное торцовое биение колес не должно выходить за пределы, установленные техническими требованиями.

3. Оси валов сцепляющихся колес и оси гнезд корпусов должны лежать в одной плоскости и быть между собой параллельными. Допускаемые отклонения указаны в технических условиях.

4. Между зубьями сцепляющихся колес необходим зазор, величина которого зависит от степени точности передачи и определяется по таблице.

5. Собранный сборочная единица испытывается на холостом ходу или под нагрузкой. Она должна обеспечивать соответствующую прочность для передачи мощности, плавность хода и умеренный нагрев подшипниковых опор (не выше 323 К, или 50 °С).

6. Передача должна работать плавно и почти бесшумно.

Ниже описан порядок сборки некоторых сборочных единиц составных зубчатых колес (рис. 72).

Зубчатый венец 1 устанавливают на центрирующий борт А ступицы 2 и предварительно закрепляют тремя-четырьмя временными болтами, имеющими меньший диаметр. Сборочную единицу проверяют на оправке на радиальное биение и венец закрепляют временными болтами. Оставшиеся отверстия под болты в ступице 2 и венце с помощью кондуктора совместно развертывают и зенкуют, а затем в эти отверстия вставляют нормальные болты 3, а временные болты снимают и освободившиеся отверстия обрабатывают так же, как и первые. После установки нормальных болтов во все отверстия зубчатое колесо окончательно проверяют на биение. В тяжело нагруженных

передачах затягивать болты целесообразно динамометрическим ключом, чтобы на плоскостях фланцев создать силу трения, момент которой превосходил бы крутящий момент, передаваемый зубчатым колесом (рис. 72, а).

Зубчатый венец 1 напрессовывают на диск 2 ступицы с натягом. Чтобы облегчить операцию и избежать возможных перекосов, венец предварительно нагревают в масляной ванне или специальном индукторе т. в. ч. до 393—423 К (120—150 °С). Затем сверлят отверстия под стопоры 4. Вместо стопоров нередко крепление осуществляют заклепками. В этом случае отверстия сверлят насквозь, устанавливают в них заклепки и расклепывают на прессах (рис. 72, б).

При установке зубчатых сборочных единиц на валах наиболее часто встречаются следующие погрешности: качание зубчатого колеса на шейке вала, радиальное биение по окружности выступов, торцовое биение и неплотное прилегание к упорному буртику вала.

На качание сборочную единицу проверяют обстукиванием напрессованного зубчатого колеса молотком из мягкого металла.

Проверку на радиальное и торцовое биение сборочной единицы — зубчатое колесо с валом производят на призмах или

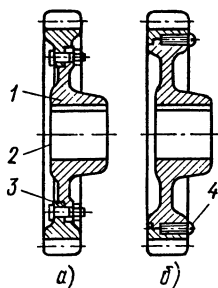
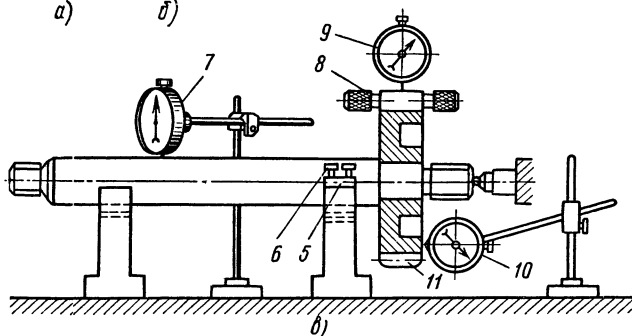


Рис. 72. Монтаж составных зубчатых колес и проверка на биение:

а — составное зубчатое колесо, закрепленное болтами, б — закрепленное стопорами, в — схема проверки сборочной единицы вал — зубчатое колесо на радиальное и торцовое биение



в центрах (рис. 72, в). Для этого вал укладывают на призмы, регулируют положение седла призмы 5 винтами 6 и устанавливают вал параллельно поверочной плите по индикатору 7. Во впадину колеса укладывают цилиндрический калибр 8, диаметр которого должен составлять 1,68 модуля зацепления колеса. Стойку с индикатором 9 устанавливают так, чтобы ножка его вошла в соприкосновение с калибром и с натягом на один-два оборота стрелки. При этом замечают показание индикатора, затем, перекадывая калибр через 2—3 зуба и поворачивая колесо 11, подводят калибр к ножке индикатора. Отмечают показание стрелки и определяют величину диаметрального биения. Допустимое биение торца и диаметра венца зубчатого колеса зависит от степени точности колеса по ГОСТу. Торцовое биение проверяют индикатором 10.

Правильное зацепление зубьев происходит при параллельности осей колес, отсутствии их скрещивания и сохранении расстояния между осями валов, равного расчетной величине. Параллельность расположения осей подшипников корпуса зубчатой передачи (рис. 73) проверяют штихмассом, штангенциркулем и индикатором 2. Расстояние между осями подшипников проверяют контрольными оправками 1 и 3, устанавливаемыми в корпус. Расстояние измеряют или между оправками, или по их наружной поверхности.

В первом случае измерение выполняют микрометрическим штихмассом 4 и к полученному размеру l прибавляют сумму диаметров калибров (мм): $A = l_1 + (D + d)/2$.

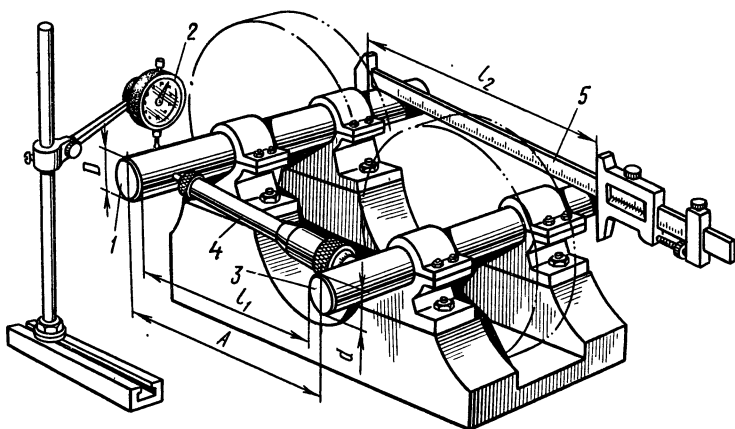


Рис. 73. Схема проверки параллельности и перпендикулярности осей отверстий и валов контрольным валом и универсальным измерительным инструментом

Во втором случае применяют штангенциркуль 5 и из полученного размера вычитают полусумму диаметров калибров (мм): $A = l_2 - (D + d)/2$.

Определив размеры l_1 или l_2 на обеих сторонах, устанавливают непараллельность осей отверстий подшипников. Чтобы добиться требуемого межосевого расстояния и параллельности, смещают корпус подшипников. Непараллельность в вертикальной плоскости может быть определена при наложении уровня на каждый из валов. Величина непараллельности в этом случае будет равна разности показаний уровня в угловых делениях. Обычно цена деления уровней дается в долях миллиметра на 1 мм и для перевода показаний уровня в угловые секунды цену деления нужно умножить на число 200.

Например, цена деления уровня 0,1 мм на 1 м соответствует 20 угловым секундам ($0,1 \cdot 200/1 = 20''$).

От степени точности колес и передач устанавливают нормы бокового зазора. Основными являются нормы нормального гарантированного зазора (обозначаемого буквой X), компенсирующего уменьшение бокового зазора от нагрева передачи.

На рис. 74,а показана проверка бокового зазора C_n , которую в цилиндрических зубчатых колесах выполняют щупом или индикатором. На валу одного из зубчатых колес крепят поводок 1, конец которого упирают в ножку индикатора 2, установленного на корпусе сборочной единицы. Другое зубчатое колесо удерживают от проворачивания фиксатором 3. Затем поводок 1 вместе с валом и колесом слегка поворачивают то в одну, то в другую сторону, а это можно сделать только на величину зазора C_n в зубьях. По показанию индикатора определяют боковой зазор. Наименьший боковой зазор C_n указывают в технических условиях на сборку сборочной единицы. При межосевом расстоянии 320 — 500 мм для передач средней точности зазор этот должен быть не менее 0,26 мм. Наиболее точно боковые зазоры измеряют с помощью индикаторных приспособлений так называемым выносным методом. Приспособления позволяют производить замеры зазора в глухих передачах.

На рис. 74,б показано одно из таких приспособлений. Оно состоит из крестовины 5, закрепленной на валу редуктора рукоятками 6, и стойки 7 с индикатором 8. Стойку с индикатором ввертывают в хомут 10, закрепляют винтом 4 к крышке редуктора. При покачивании вала рукой до соприкосновения плоскости 9 крестовины с ножкой индикатора, закрепленного на неподвижной крышке редуктора, определяют боковой зазор между зубьями. Малое колесо передачи должно быть неподвижным.

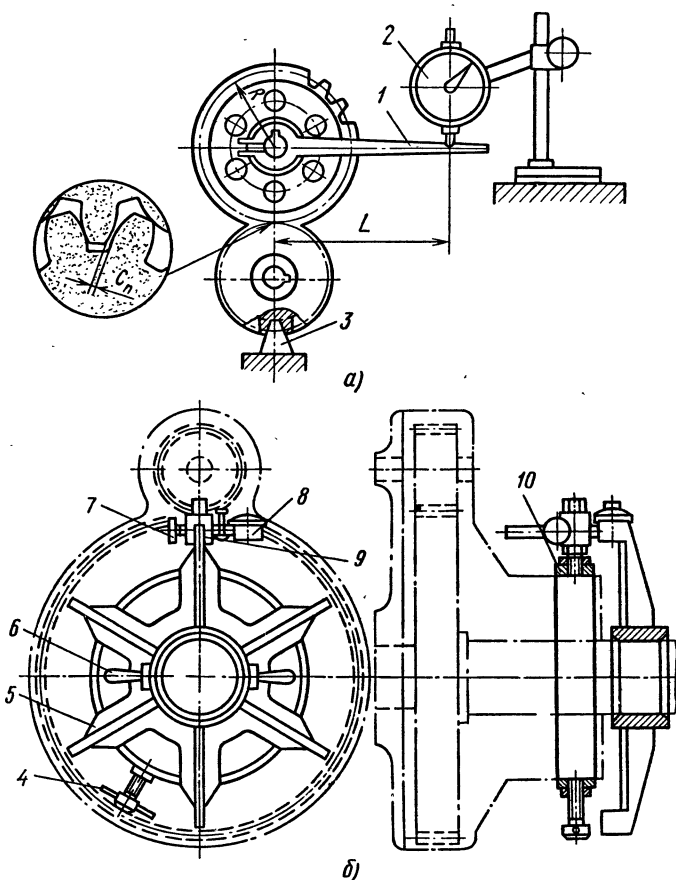


Рис. 74. Схема проверки бокового зазора индикатором:
 а — открытым способом, б — выносным

Замеренный зазор следует отнести к диаметру начальной окружности зубчатого колеса, на валу которого закреплена крестовина. Тогда действительный боковой зазор C_n будет равен $C_n = C_1 R_1 / R_2$, где C_1 — зазор по показаниям индикатора, мм; R_1 — радиус начальной окружности колеса, мм; R_2 — радиус точки замера на крестовине, мм.

Таким же образом проверяют боковой зазор и для других пяти положений крестовины, при повороте ее вместе с валом на угол 60° . По результатам замеров определяют колебание ве-

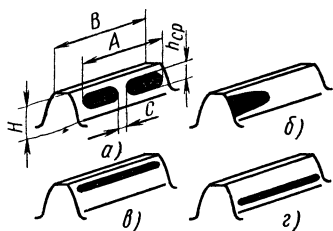


Рис. 75. Расположение пятен контакта при проверке на краску:

а — размеры контакта для оценки, *б* — одностороннее расположение пятна (перекос колеса на зуборезном станке или перекос отверстий в корпусе редуктора, *в* — большой зазор по всему венцу (мало или велико межосевое расстояние), *г* — недостаточный зазор по всему венцу (излишняя или недостаточная толщина зуба одного или обоих колес)

личины боковых зазоров и судят о качестве собранной передачи. В зависимости от модуля и точности зубчатой передачи допустимая разность боковых зазоров составляет 0,08 — 0,15 мм.

Погрешности сборки зубчатых передач определяют по расположению пятна контакта при проверке на краску. Размеры контакта (рис. 75, *а*) определяются (в процентах):

по длине зуба — отношением расстояния между крайними точками следов прилегания (без учета величин разрывов, превосходящих величину модуля) к полной длине зуба $(A - C)/(B \cdot 100 \%)$;

по высоте зуба — отношением средней высоты следов прилегания по всей длине зуба к рабочей высоте зуба $h_{cp}/(H \cdot 100 \%)$.

Неправильное пятно касания и неправильное место расположения на зубьях являются следствием погрешностей, возникших при обработке и сборке колес, валов, корпусов редукторов, подшипников. На рис. 75, *б* отпечаток краски расположен односторонне. Причиной неправильного пятна контакта может быть перекос колеса на зуборезном станке или перекос отверстий в корпусе редуктора.

Если зуб колеса утоплен со стороны торца и при поворачивании на 180° положение не меняется, то, следовательно, перекошена ось отверстия в корпусе. Эту погрешность устраняют запрессовкой новой втулки и растачиванием ее или перепрессовкой пальца зубчатого колеса, если оно посажено на палец.

На рис. 75, *в* показан слишком большой зазор по всему венцу. Возможные причины: межосевое расстояние в корпусе недостаточное или слишком большое. Устраняют погрешность перепрессовкой втулок в корпусе и их повторным растачиванием.

Недостаточный зазор по всему венцу показан на рис. 75, *г*. Возможные причины малой величины зазора: излишняя или недостаточная толщина зуба у одного или у обоих колес. В этом случае заменяют колеса или используют корпус с другим межосевым расстоянием.

§ 6. СБОРКА ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Сборка редуктора цилиндрического одноступенчатого с косозубыми колесами. Базовой деталью сборочной единицы редуктора является его корпус, который для сборки выверяют в горизонтальной плоскости с точностью до 0,1 мм на длине 1000 мм с помощью контрольной линейки и уровня, уложенных на поверхность разъема. Как правило, редукторы имеют плоскость разъема по оси валов, что обеспечивает хорошие условия сборки (рис. 76).

В корпус редуктора в первым устанавливают собранный ведомый вал 19 с колесом 9 и двумя роликоподшипниками 16 и набором регулировочных колец 8, устанавливаемых между торцом наружного кольца подшипника и закладными крышками 7 и 17. Выходные концы валов уплотняют манжетами 18.

Подобным образом собирают вал-шестерню 15 с коническими роликоподшипниками 14 и регулировочными кольцами 13 закладной крышкой 12; уплотняют манжетой 10 и закрывают крышкой 11. Плоскости разъема корпуса и крышки 2 при сборке покрывают пастой «герметика» для обеспечения плотности; затем ставят болты и конический штифт 5.

Для осмотра зубьев зацепления и залива масла при сборке в крышке имеется смотровое окно, закрываемое крышкой 1. Для залива масла при эксплуатации имеется отверстие, закрываемое пробкой 3. Для циркуляционной смазки установлено сопло 4 (при смазке колес погружением сопло отсутствует). Масло сливается через отверстие в нижней части корпуса, закрываемое пробкой 20. Для контроля уровня масла служит контрольная пробка 21.

Приработка зубчатых передач. Приработку передач делают для исправления неправильного пятна касания, т. е. для увеличения площади контакта по длине и высоте зубьев до размеров, требуемых техническими условиями, для уменьшения шероховатости рабочих поверхностей зубьев, уменьшения шума и увеличения долговечности зубчатых передач. В процессе приработки поверхности зубьев подвергаются взаимному шлифованию абразивными пастами, помещаемыми между зубьями.

Для приработки применяют абразивные пасты и пасты ГОИ. Зернистость пасты выбирают в зависимости от степени точности, твердости поверхности зуба и модуля зубчатого зацепления. Для приработки зубья колеса покрывают тонким сплошным слоем абразивной пасты и с помощью электродвигателя, соединенного с ведущим валом редуктора, дают пробную приработку с частотой вращения 20—30 об/мин в интер-

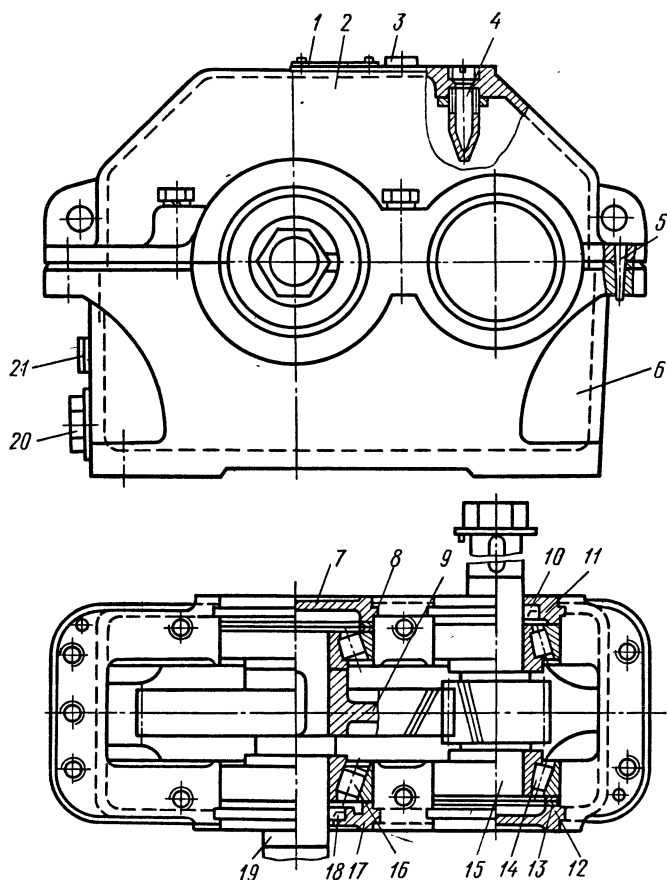


Рис. 76. Редуктор цилиндрический одноступенчатый с косозубыми колесами

вале 5–10 мин. Удалив с нескольких зубьев пасту, проверяют состояние их рабочих поверхностей. Отсутствие задиrow и других дефектов, а также появление следов контакта свидетельствует о нормальном протекании процесса. В дальнейшем приработку ведут с постепенным повышением тормозного момента на выходном валу редуктора.

Процесс приработки через каждые 30 мин прерывают, чтобы осмотреть состояние поверхностей зубьев, определить величину пятна касания и заменить отработанную пасту новой.

После удаления абразивной пасты зубчатые передачи обкатывают в течение 1,5–2 ч, подавая на зубья масло индустриальное 12, что позволяет полностью удалить зерна абразива и получить гладкую блестящую поверхность зубьев, характеризующую окончательную площадь пятна контакта. Если зубчатая пара имеет кратное число зубьев, то один зуб шестерни и два соседних с ним зуба колеса с торцов маркируют (например, буквой *O*), чтобы в процессе монтажа приработанные зубья совпали. Для зубчатых пар с некрatным числом зубьев маркировку не делают, так как каждый зуб колеса прирабатывается ко всем зубьям шестерни.

Сборка конических зубчатых передач. Конические передачи применяются для передачи вращения между валами, оси которых пересекаются под углом (рис. 77, *a*), как правило, равным 90° . Зубья конических зубчатых колес в идеальном случае касаются друг друга всей рабочей поверхностью (принимая за ра-

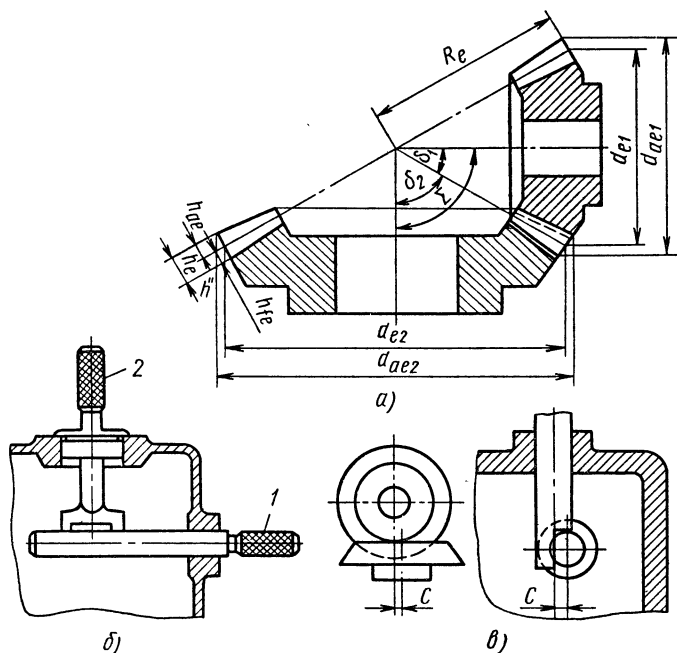


Рис. 77. Схема конической зубчатой передачи (*a*), проверка перпендикулярности осей колес (*б*), проверка совмещения осей (*в*)

бочую поверхность узкую полосу вдоль всей линии зуба), практически в соприкосновении находится от $1/2$ до $3/4$ длины зуба.

Основные размеры конического зубчатого колеса обычно рассматриваются во внешнем сечении, где зуб имеет наибольшие размеры на поверхности дополнительного конуса (внешний делительный диаметр $d_e = mz_1$, диаметр вершин зубьев $d_{ae} = m(z + 2a\delta)$, где δ — угол делительного конуса — угол между осью конического колеса и образующей его делительного конуса, рис. 77, а). Они могут рассматриваться и в любом другом сечении (среднем, внутреннем и др.).

Требования, предъявляемые к коническим зубчатым передачам, как и приемы их сборки и установки на валу, такие же, как и цилиндрических зубчатых колес.

Пригонку колес целесообразно вести так, чтобы зубья соприкасались рабочей поверхностью ближе к тонким концам, так как тонкая сторона быстрее прирабатывается и при нагружении вследствие деформации тонкого конца зубьев достигается их прилегание на всей длине.

Перед установкой зубчатых колес проверяют межосевой угол и смещение осей. Перпендикулярность осей проверяют цилиндрической оправкой 1 (рис. 77, б) и оправкой 2, имеющей два выступа, плоскости которых перпендикулярны оси. Щупом измеряют зазор между выступами. Совмещение осей проверяют оправками, аналогичными оправкам 1 и 2 со срезанными до половины концами (рис. 77, в). При совмещении оправок щупом измеряют зазор C между ними.

Напрессованные колеса проверяют на биение венца, монтируют передачу и добиваются совпадения воображаемых вершин конусов. Предварительную установку делают по торцам колес. Зацепление регулируют смещением зубчатых колес в осевом направлении, пока не получатся одинаковые боковой C_n и радиальный δ зазоры по всей окружности. Смещать можно или одно колесо, или оба. Найденное правильное положение колес фиксируют набором прокладок или регулировочными кольцами, закладываемыми между торцом колеса и уступом вала. При наличии радиально-упорных подшипников с регулировочными прокладками зацепление регулируют смещением вала вместе с колесом. Чтобы не нарушить при этом зазоров в подшипниках, для смещения колес из-под одного подшипника прокладки вынимают и перекладывают их к противоположному подшипнику.

Правильность зацепления проверяют на краску. На зубья одного колеса наносят краску и прокатывают колеса до полу-

чения отпечатка. При расположении отпечатка не по центру зуба зацепление регулируют.

Если зубчатое колесо (рис. 78), сидящее на оси $II-II$, сдвинуть влево — в направлении вершины начального конуса, то зазоры в зацеплении уменьшатся. Если боковой зазор нельзя измерить щупом из-за затрудненного подхода к передаче, то пользуются тонкими свинцовыми пластинками, толщина которых в 1,5 раза превышает величину требуемого зазора. Для этого отмечают мелом три зуба, равномерно расположенных по окружности и вставляют между ними свинцовые пластинки. Затем вращают один из валов. Сжимаясь между зубьями, пластинки расплющиваются. Измерив микрометром толщину каждой пластинки и вычислив среднее арифметическое трех измерений, получают значение бокового зазора.

Регулировка зацепления на краску по характеру пятна контакта состоит в следующем. Зубья одного колеса смазывают тонким слоем краски и оба колеса проворачивают на 2–3 оборота. На зубьях колеса, не смазанного краской, получается отпечаток, по которому судят о зацеплении. Величина пятна зависит от класса точности передачи и должна составлять 40–60% длины зуба и 20–25% высоты рабочей части (рис. 79, а–г).

Если следы краски расположены плотно на одной стороне зуба на узком конце, а на другой стороне — на широком конце, то это свидетельствует о перекосе зубчатых колес. Эти погрешности должны быть исправлены путем дополнительных приго-

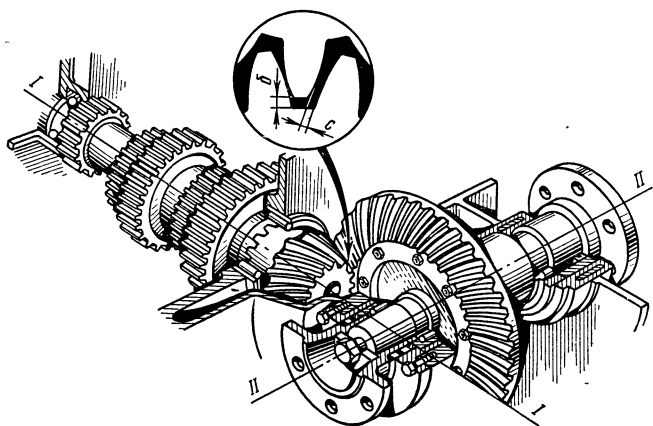


Рис. 78. Проверка и регулировка зазора сдвигом колес вдоль осей $I-I$ и $II-II$

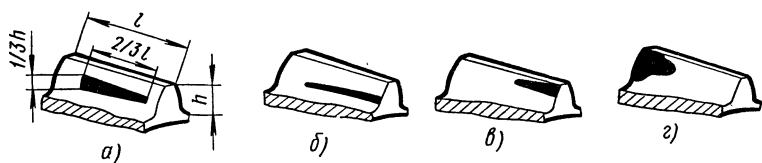


Рис. 79. Расположение пятен контакта при проверке на краску:

a — правильное зацепление, *б* — недостаточный зазор, *в, г* — неправильный межосевой угол

ночных операций. Передачу разбирают и проверяют, правильно ли установлены зубчатые колеса на валах и положение осей в корпусе.

Требуемое пятно контакта в конических передачах получают приработкой с абразивными пастами, как и для цилиндрических передач.

Сборка червячных передач. Червячные передачи применяют для передачи вращения между двумя валами, перекрещивающимися под углом 90° , и для получения большого передаточного числа. Обычно передача осуществляется от червяка к колесу. Червячная передача состоит из червяка 1 — винта с модульной трапецеидальной резьбой (угол профиля 40°) и червячного колеса 2 (рис. 80, а).

Передаточное число червячной передачи — отношение числа зубьев колеса z_2 к числу заходов червяка z_1 , т. е. $u = z_2/z_1$.

Для червячных передач ГОСТ 2144 — 66 предусматривает передаточные числа от 8 до 80. Червячные передачи имеют сравнительно невысокий к. п. д.

Червяки могут быть однозаходными и многозаходными и выполняться заодно с валом либо насадными, изготавливаемыми отдельно и крепящимися на валу с помощью шпонок.

Расстояние между соседними витками червяка — шаг P (рис. 80, б). Делительный диаметр червяка $d = qm$, где q — коэффициент диаметра червяка ($q = 7,1 - 2,5$).

Червячное колесо имеет вогнутые зубья спиральной формы. В осевом сечении у него те же элементы и геометрические зависимости, как и у цилиндрического зубчатого колеса. Червяк изготавливается из сталей 40, 45, 40Х, 40ХН с последующей закалкой (лучше токами высокой частоты) или цементируемых сталей 15Х, 20Х, 20ХН3А, 20ХФ и др. Витки червяков шлифуются.

Червячные колеса для повышения к. п. д. передачи выполняются из бронзы Бр.ОФ10-1, Бр.ОНФ, Бр.АЖ9-4. Колеса тихоходных передач изготавливают из чугуна. Для экономии доро-

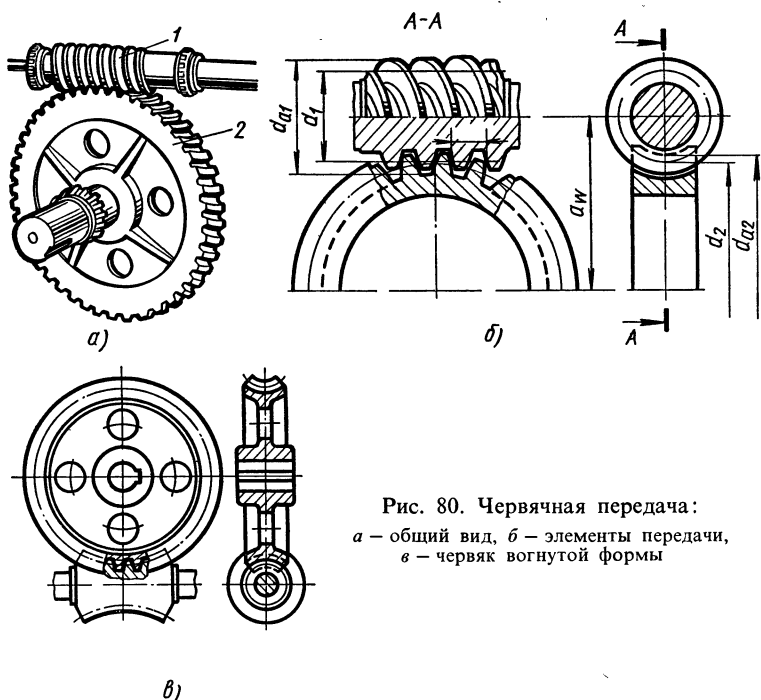


Рис. 80. Червячная передача:
 а — общий вид, б — элементы передачи,
 в — червяк вогнутой формы

гих бронз из них изготавливают только венец. Его напрессовывают на чугунную или стальную ступицу и крепят винтами или болтами.

Помимо червячных передач, у которых червяк имеет прямолинейную образующую делительного цилиндра (архимедовы червяки), имеются передачи с эвольвентными червяками (у них профиль витков эвольвентный), а также глобоидные передачи с червяками вогнутой формы (рис. 80, в).

К червячным передачам предъявляются следующие технические требования:

1. Профиль и шаг резьбы червячного колеса и червяка должны соответствовать друг другу.
2. Червяк должен соприкасаться с каждым зубом червячного колеса на протяжении не менее $2/3$ длины дуги зуба червячного колеса.
3. Радиальное и торцовое биение червячного колеса не должно выходить за пределы норм, установленных для соответствующих степеней точности.
4. Межосевые расстояния должны соответствовать расчет-

ной величине, обеспечивая необходимый зазор, установленный для соответствующего класса передач.

5. Оси скрещивающихся валов должны располагаться под углом 90° друг к другу и совпадать с соответствующими осями гнезд в корпусах.

6. Собранные передачи испытываются на холостом ходу (или под нагрузкой).

7. Величина мертвого хода червяка (угол поворота червяка при неподвижном закреплении колеса) должна быть не выше установленных норм для соответствующего класса передач; при проверке на легкость проворачивания червяка добиваются, чтобы крутящий момент находился в пределах, допустимых техническими требованиями.

8. Во время испытания собранной передачи под нагрузкой проверяют плавность хода и нагрев подшипниковых опор, который должен быть не выше $323 - 333 \text{ K}$ ($50 - 60^\circ \text{C}$).

9. При проверке передачи должны работать плавно и бесшумно.

Сборку червячной передачи начинают с проверки межосевых расстояний корпуса редуктора. Способ контроля межосевых расстояний показан на рис. 81, а. В корпус устанавливают контрольные оправки 1 и 2. На одну из них устанавливают шаблон 3 с тремя выступами. По величине зазора между выступом шаблона и оправкой 1 определяют отклонение межосевого расстояния.

Способы контроля перекоса осей (угол скрещивания) показаны на рис. 81, б.

1. Проверяют оправками и шаблоном, как и межосевое расстояние. Замеряют зазор δ между выступами шаблона и берут разность показаний. Величина перекоса по ширине колеса получится умножением полученной разности на отношение размеров ширины колеса к расстоянию между выступами.

2. На вал червячного колеса или оправку надевают рычаг 4 с индикатором 5. Подводя штифт индикатора попеременно к левому и правому концам вала червяка или оправки, по разности отклонения судят о перекосе осей.

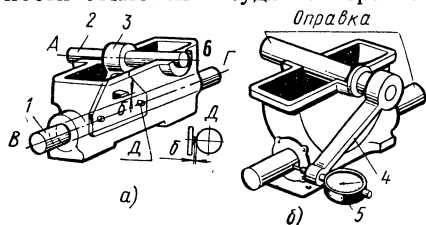


Рис. 81. Способы контроля отверстий в корпусе червячной передачи:

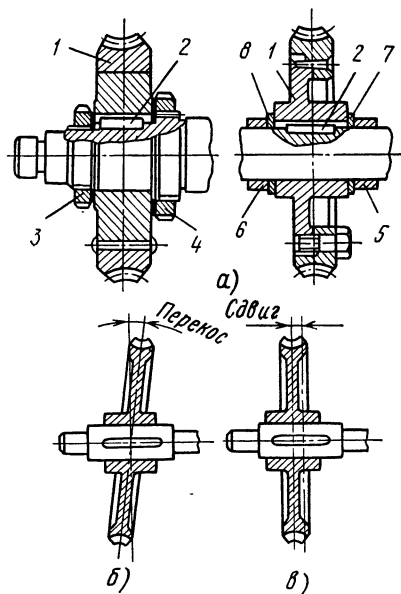
а — межосевого расстояния, б — перекоса осей (угол скрещивания)

На рис. 82 (слева) показана сборка червячного колеса 1, закрепленного на призматической шпонке 2, и дополнительно с обеих сторон гайками 3 и 4, которыми регулируют положение средней плоскости колеса (ослабляя одну или подтягивая другую). На рис. 82 (справа) ступицу колеса 1 зажимают распорными втулками 5 и 6, а по торцам устанавливают компенсаторные кольца 7 и 8 различной толщины. Меняя эти кольца, добиваются сдвига колеса в ту или иную сторону.

При сборке зубчатого колеса может быть перекосяк (рис. 82, б) или сдвиг колеса по оси (рис. 82, в).

Проверка и регулировка червячных передач. Проверка установки червяка по отношению к червячному колесу. Правильность установки червячного колеса по отношению к червяку проверяют с помощью специальных шаблонов и щупов, отвесов и масштабной линейки или точной линейки, призмы и уровня. Выполняют это следующими способами.

1. К ободу червячного колеса (рис. 83, а) прикладывают специальный шаблон А и щупом замеряют зазор С между шаблоном и витками червяка.



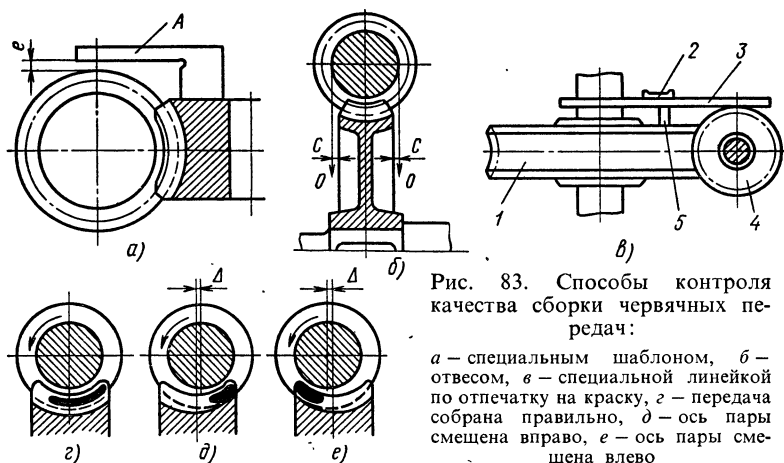
2. От вала червяка (рис. 83, б) опускают отвесы О и нутромером замеряют расстояние С, которое с обеих сторон червяка должно быть одинаковым.

3. При горизонтальном положении червячного колеса 1 по отношению к червяку 4 (рис. 83, в) установку колеса проверяют с помощью точной линейки 3, специально изготовленной призмы и уровня 2. Для правильной установки между линейкой и торцом колеса помещают мерную прокладку 5.

В собранной передаче правильность установки червячной передачи контролируют по краске. Если передача собрана правильно

Рис. 82. Приемы сборки и виды брака при сборке:

а — закрепление червячных колес на валах, б — перекосяк колеса, в — сдвиг колеса



но (рис. 83, г), то краска покрывает зуб. колеса не менее чем на 50 – 60 % по длине и высоте. Если червяк смещен относительно колеса вправо или влево (рис. 81, д, е), то отпечатки получаются неправильными (неполными). В таких случаях колесо сдвигают в соответствующую сторону и надежно закрепляют.

Проверка бокового зазора. Важное значение для нормальной работы червячной передачи имеет зазор C_n (рис. 84, а) в зацеплении червяка с колесом. Величина этого зазора зависит от точности и размеров передачи. В собранных передачах зазор определяют по повороту червяка при мертвом ходе. Если червяк повернется на угол ϕ , то при числе заходов червяка, равном z_1 , и осевом модуле колеса m зазор в зацеплении будет составлять (мкм): $C_n = \phi m z_1 / 412$.

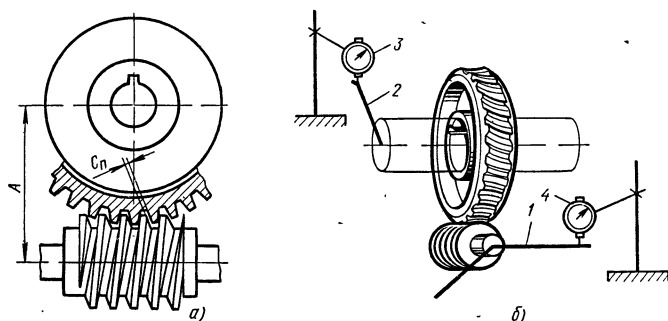


Рис. 84. Боковой зазор в червячной передаче (а), схема проверки его индикатором (б)

В малогабаритных точных передачах, где боковой зазор весьма мал, свободный поворот червяка определяют индикаторами по схеме, приведенной на рис. 84,б. На выступающих концах червяка и колеса крепят рычаги 1 и 2, касающиеся индикаторов 3 и 4, замечают положение стрелки индикатора 4 (следовательно, и червяка) в начальном положении, а затем червяк слегка поворачивают до начала отклонения рычага 2, при этом значение угла φ (в угловых секундах) равно показанию индикатора 3 (разность между конечным и начальным значениями), умноженному на $L:3600$ (L — расстояние от оси червяка до шарика индикатора).

Контрольные вопросы

1. Что такое передаточное число?
2. С какой целью выполняют балансировку деталей?
3. Какие виды передач вращательного движения применяют в машинах и механизмах?
4. Как контролируют сборку зубчатой передачи?

Глава VIII

СБОРКА МЕХАНИЗМОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ

§ 1. ВИНТОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Винтовые механизмы предназначены для преобразования вращательного движения в поступательное, реже — для превращения поступательного движения во вращательное. Последнее возможно только при условии, когда угол подъема резьбы достаточно велик и передача несамотормозящаяся. Основными деталями таких механизмов являются винт и гайка.

Обозначим шаг резьбы винта P_v . За n оборотов винта гайка, движущаяся только поступательно, пройдет расстояние $S = nP_v$.

Если известен путь гайки S и требуется определить число оборотов винта, то $n = S/P_v$ оборотов, где S и P_v в одинаковых единицах длины.

Пример. Путь гайки 25 мм, шаг винта $P_v = 10$ мм, число оборотов винта $n = S/P_v = 25/10 = 2,5$.

Гайку часто делают разрезной — из двух половин, охватывающих винт с двух сторон. Винты изготовляют из качественной стали, а гайки — из чугуна или бронзы. Коэффициент полезного действия таких пар достигает $\eta = 0,8 \div 0,95$.

Еще больший эффект достигается в передачах винт — гайка

качения (ВГК). По сравнению с обычными винтовыми парами трения скольжения передачи ВГК обладают значительно большим к. п. д., меньшим износом, большей долговечностью и повышенной жесткостью и точностью. Их применяют в приводах шлифовальных, фрезерных, токарных и других станков, в том числе с программным управлением.

В передачах ВГК между рабочими винтовыми поверхностями винта 2 (рис. 85) и гаек 4 и 6 помещены стальные шарики 5. При вращении винта шарики благодаря трению перекатываются по нарезке и передают движение от винта на закрепленную в корпусе 1 гайку, перемещающуюся поступательно. При движении скорость перемещения шариков отличается от скорости ведущего и ведомого звеньев, поэтому необходимо обеспечить постоянную циркуляцию шариков. Для этого концы рабочей части резьбы гайки соединены возвратным каналом, помещенным во вкладыше 3. При движении шарики перекатываются через выступ резьбы винта и снова входят в рабочую зону, циркулируя в пределах соединенных винтов гайки. Эти гайки создают натяг, обеспечивающий большую осевую жесткость.

В винтовых механизмах движение обычно передается от винта к гайке. Ниже рассмотрен механизм винта поперечного суппорта токарного станка (рис. 86, а). Двойная гайка 2 прикреплена винтами 5 к поперечному суппорту 1. При вращении винта 6 гайка движется вдоль оси, перемещая поперечный суппорт по направляющим верхней части каретки 7.

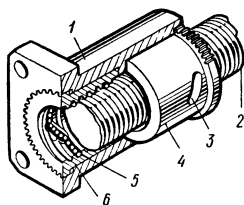


Рис. 85. Передача
винт — гайка качения
(ВГК)

Во время работы винт и гайка изнашиваются, и в резьбе образуются зазоры. Для устранения зазоров применяют компенсирующие устройства (в данном случае гайки 2).

При износе резьбы и появлении зазоров ослабляют винт 5 и подвинчивают винт 3, который подтягивает конусный вкладыш 4 и тем самым раздвигает обе гайки и устраняет зазор в резьбе.

В винтовых механизмах вращение винта преобразуется в поступательное движение того же винта. В этом случае гайка закреплена неподвижно. Примером может служить винтовой механизм верхней части суппорта токарного станка (рис. 86, б).

При вращении винта 9 в гайке 8, закрепленной стопорным винтом в прорези поворотной части суппорта 15, винт 9 начинает двигаться поступательно, перемещаясь по направляющим поворотной части верхнего суппорта 10.

Порядок сборки этого механизма следующий:

устанавливают гайку 8 на место и слабо завертывают стопорный винт;

собирают детали 15 и 10, вкладывают клин 16 и завертывают установочные винты;

соединяют винт 9 с втулкой 12 и рукояткой 13, предварительно закрепив гайкой 14;

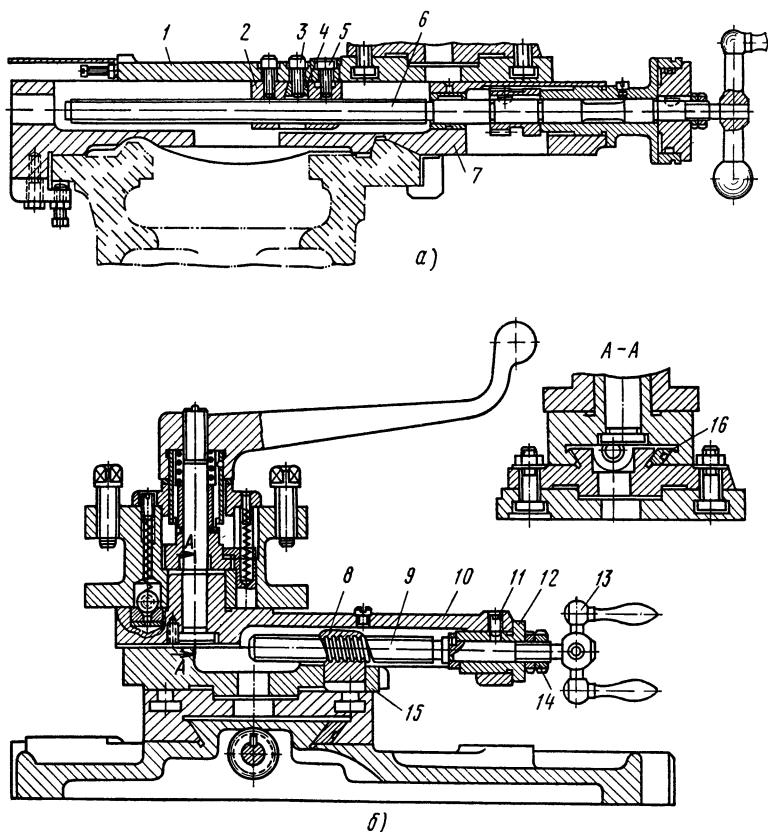


Рис. 86. Суппорт токарного станка:

a — нижняя часть, *б* — верхняя часть

ввинчивают винт 9 в гайку 8 до тех пор, пока втулка 12 не упрется в верхнюю часть суппорта 10, после этого втулку 12 закрепляют стопорным винтом 11.

Чтобы определить качество сборки, вращают рукоятку 13, при этом верхняя часть суппорта 10 должна плавно ходить по направляющим поворотной части без заеданий и мертвого хода. Причиной заедания могут быть перекосы винта и гайки, причиной мертвого хода — зазоры в резьбе или плохое регулирование гайки 14.

§ 2. СБОРКА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Кривошипно-шатунный механизм (рис. 87) преобразует вращательное движение в возвратно-поступательное (поршневые насосы и компрессоры, кривошипные прессы, пневматические молоты, механизмы подачи станков и др.) и наоборот (двигатели внутреннего сгорания, паровые машины и др.). Механизм состоит из кривошипного диска или коленчатого вала, на который насажен шатун 3, соединяемый с помощью пальца с поршнем 1. На поршень надеты поршневые кольца. Поршень перемещается в гильзе 2 цилиндра. Коленчатый вал коренными шейками 4 и 5 располагается в подшипниках. При вращении вала поршень получает возвратно-поступательное движение. Вместо поршня может быть ползун, перемещающийся в направляющих.

Технические условия на сборку кривошипно-шатунного механизма:

1. Зеркало цилиндров должно обрабатываться с высокой степенью точности, иметь правильную геометрическую форму и шероховатость поверхности не грубее $Ra1,25 - Ra0,32$.

2. Ось цилиндра должна быть перпендикулярна оси коленчатого вала.

3. Зазоры в сопряжениях должны быть в пределах нормы. Для каждого типа машины зазоры указываются в технических условиях.

4. Отверстия во вкладышах шатунов и в коренных подшипниках, коренные и шатун-

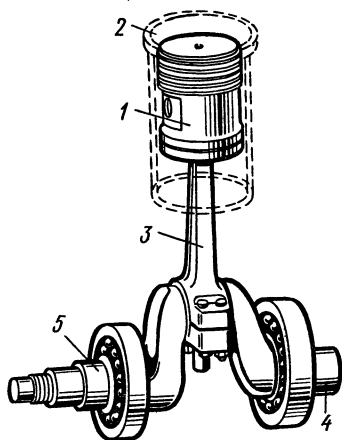


Рис. 87. Кривошипно-шатунный механизм

ные шейки должны иметь правильную геометрическую форму, размеры в пределах допусков, малую шероховатость поверхности. Обязательно выдержать необходимые для размещения смазки задаваемые в ТУ зазоры в этих сопряжениях. В среднем зазоры равны 0,001 диаметра шейки вала.

5. В многоцилиндровых механизмах поршни должны быть одинаковыми по массе, допускается разность не более $\pm 0,5\%$.

6. Упругость поршневых колец должна соответствовать нормам ТУ на сборку данного оборудования. Поршневые кольца должны прилегать к цилиндру без зазора по всей поверхности.

Сборочная единица — шатун (рис. 88) служит для шарнирного соединения коленчатого вала или кривошипа с поршневой группой. Сборка шатуна начинается с запрессовки втулки в головку 3 шатуна.

Втулку устанавливают так, чтобы канавка 1, предназначенная для смазки пальца, находилась против отверстия 5. Это возможно при условии, если торцы втулки 2 будут запрессованы заподлицо с торцом верхней головки шатуна. Втулки при запрессовке в отверстие шатуна несколько сжимаются. Для исправления этого недостатка после запрессовки выполняют чистовое растачивание или протягивание или развертывают двумя-тремя развертками отверстие втулки.

После запрессовки втулки в головку шатуна приступают к сборке вкладышей шатуна. Начинают с проверки параллельности плоскостей разъема вкладышей 9 и 10 по высоте на краску: при параллельности плоскостей вкладышей пятна краски должны располагаться по всей плоскости разъема с обеих сто-

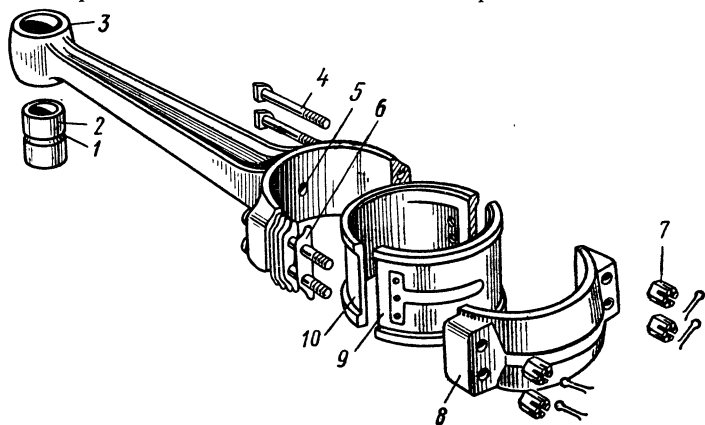


Рис. 88. Шатун

рон и не должно быть качания на плите. Если плоскости не параллельны, их пришабровывают. Допустимая величина выступающих торцов вкладышей из тела шатуна указывается в сборочных чертежах или инструкционных картах на сборку (обычно 0,05 — 0,15 мм).

После запрессовки вкладышей в головку и крышку 8 шатуна их соединяют вместе болтами 4 и гайками 7. Предварительно укладывают между головкой шатуна и крышкой набор регулирующих латунных или медных прокладок 6 толщиной до 0,05 мм. Общая толщина прокладок указывается в чертеже и обычно равна 4—5 мм. После сборки шатуна проверяют отверстия шатуна индикаторным нутромером на овальность и конусообразность (рис. 89, а), а затем проверяют шатуны на прямолинейность (рис. 89, б).

На прямолинейность шатуны проверяют на специальном приборе следующим образом: шатун 6 верхней головкой 5 устанавливают на контрольный палец 4 с конусом, а нижний — на палец 7 контрольной плиты 2, и, завернув винт 8, зажимают шатун на пальце. Затем устанавливают на цилиндрические пояски контрольного пальца 4 призму (калибр) 3 и подводят его так, чтобы штифты касались плоскости плиты 2. Если шатун прямолинеен, то все три штифта призмы 3 будут касаться плиты. Если шатун согнут, то касаться плиты будет либо один верхний штифт, либо два нижних. У шатуна будут касаться плиты верхний и один из нижних штифтов.

Величину скрученности и погнутости шатуна определяют щупом 1 по величине зазора между плитой и штифтами. Зазор не должен превышать 0,05 мм.

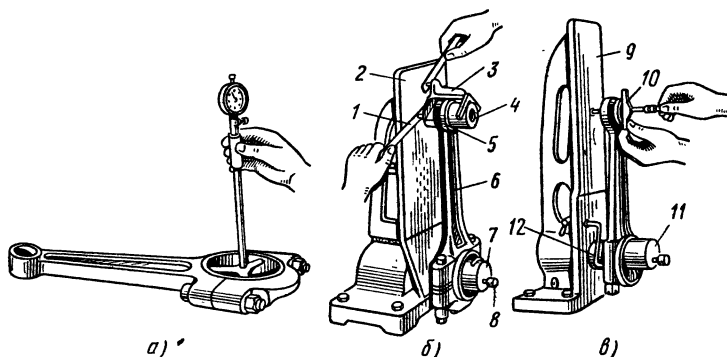


Рис. 89. Проверка собранного шатуна:

а — конусообразности и овальности индикаторным нутромером, б — прямолинейности, в — на двойной изгиб

Если шатун имеет двойной изгиб, который указанным выше способом обнаружить нельзя, то его проверяют так: зажимают шатун (рис. 89, в) на пальце 11 контрольной плиты 9, выдвигают ограничитель 12 до упора в торец нижней головки шатуна и закрепляют эту головку винтом. Затем, замерив глубинометром 10 расстояние от торца верхней головки до плоскости плиты, снимают шатун с прибора и поворачивают на 180°, подводят до упора в ограничитель торцом с другой стороны нижней головки и делают второй замер (так же, как первый).

Скрытые трещины обнаруживают на специальных установках (рентгеновские и ультразвуковые), а иногда менее совершенным способом — постукиванием молотком по различным участкам шатуна: глухой, дребезжащий звук указывает на трещины.

§ 3. СБОРКА ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ

Поршневая группа в двигателях внутреннего сгорания, паровых машинах, компрессорах, пневматических и гидравлических механизмах предназначена для передачи силы давления газов или пара, действующих на поршень, коленчатому валу. К основным деталям поршневой группы относятся поршни, поршневые кольца и поршневые пальцы.

Поршни изготавливают из чугуна, а также из алюминия или других легких сплавов. На боковой поверхности поршня имеются канавки для поршневых колец. Обычно канавок бывает от 3 до 7, а иногда и больше. Верхние канавки служат для уплотнительных колец, а нижние — для маслосборных.

Поршневые кольца изготавливают из плотного мелкозернистого серого или специального чугуна. Благодаря пружинящим свойствам поршневые кольца прилегают равномерно к стенкам цилиндра и поэтому, с одной стороны, препятствуют пропуску газов между поршнем и стенками цилиндра, а с другой — предохраняют камеру сгорания от попадания в нее масла из картера. Поршневые кольца делятся на уплотнительные и маслосборные. Разрез в кольцах (замок) делают ступенчатой формы или кольцо разрезают наискось.

Сборку сборочной единицы поршня начинают с подборки поршня по цилиндру и по массе (рис. 90, а). Затем устанавливают шатун 5 в поршень 4 до совмещения отверстия поршневого пальца 3 с верхней головкой 2 шатуна. После этого слегка смазанный маслом поршневой палец вставляют в отверстие поршня и легким нажимом вводят внутрь. Если требуется, чтобы поршневой палец имел натяг, то поверхность поршня

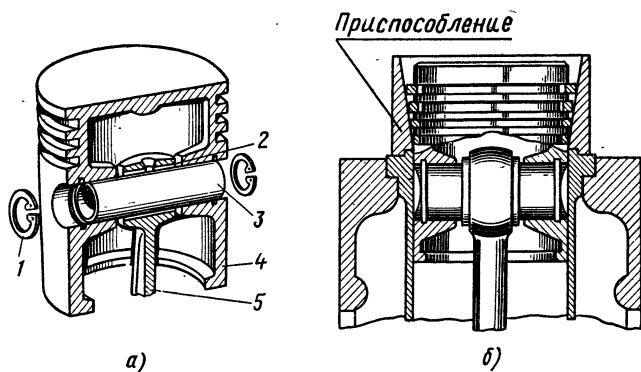


Рис. 90. Поршневая головка:

а — сборка, *б* — приспособление для сборки и установки поршневых колец в цилиндр

нагревают в горячем масле 333 — 343 К (60 — 70 °С). Затем устанавливают распорные кольца *1*, предохраняющие поршневой палец от осевых перемещений при работе двигателя.

При сборке также обеспечивают правильные зазоры между поршнем и цилиндром и между поршневыми кольцами и канавками в поршнях.

Установка колец на поршень является очень ответственной операцией. Большое значение имеет зазор в их стыке. Слишком большой зазор приводит к прорыву газов через замок, а слишком маленький — к тому, что концы колец при нагревании могут упереться друг в друга, в результате чего кольцо, потеряв свою упругость, может вызвать задиры стенок цилиндра. Величина зазора в стыках должна быть от 0,3 до 0,8 мм.

Когда поршневые кольца надеты на поршень и находятся в свободном состоянии, их наружный диаметр больше диаметра поршня. Чтобы опустить поршень в цилиндр, кольца необходимо сжать. Сжимают кольца с помощью приспособления в виде цилиндра с конусной внутренней поверхностью (рис. 90, б). Меньший диаметр конусной поверхности равен диаметру цилиндра. Такое приспособление устанавливают на торец цилиндра, и поршневые кольца при опускании поршня вниз сжимаются и легко входят в цилиндр.

§ 4. СБОРКА ЭКСЦЕНТРИКОВОГО МЕХАНИЗМА

Эксцентрикковый механизм служит для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное. Его применяют в станках, штамповочных прессах, в золотниковом и кла-

панном распределении машин-двигателей. Эксцентриковый механизм представляет собой разновидность кривошипно-шатунного механизма с небольшим радиусом кривошипа.

Эксцентриковый механизм показан на рис. 91. Разъемный эксцентриковый механизм (рис. 91, а) имеет круглый диск (эксцентрик) 2, сидящий на шпонке 8 и на валу 3. Оси вала и диска не должны совпадать. Расстояние между осями (эксцентриситет) является радиусом кривошипа. Диск охватывается разъемным хомутом 1, скрепляемым болтами 4. С хомутом соединяется шатун 7 (и тяга 6), вилка которого через палец 5 шарнирно соединяется с ползуном, получающим возвратно-поступательное движение (например, с ползуном пресса или с золотником распределения).

Эксцентриковый механизм может быть с двумя эксцентриками (рис. 91, б). Внутренний эксцентрик 2 сидит на валу 3 и охватывается внешним эксцентриком 9. Последний можно поворачивать и закреплять в различных положениях, что приводит к изменению эксцентриситета, а следовательно, и изменению длины хода ползуна. Применяется эксцентриковый механизм в золотниковых парораспределителях и регуляторах нефтяных двигателей. Эксцентрики изготавливаются из чугуна или из углеродистой стали. Внутреннюю поверхность хомута заливают баббитом.

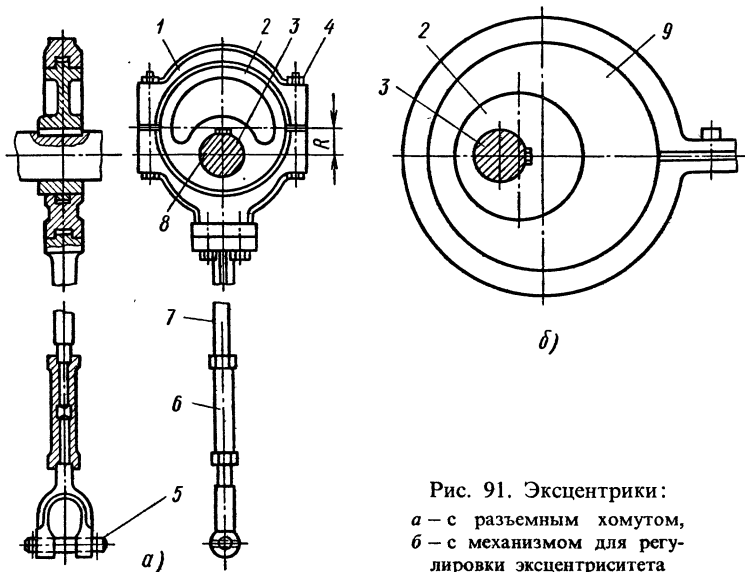


Рис. 91. Эксцентрики:
а — с разъемным хомутом,
б — с механизмом для регулировки эксцентриситета

Сборку и регулирование эксцентрикового механизма обычно начинают с посадки эксцентрика на вал. Эксцентрик закрепляют на валу шпонкой. Собранный вал устанавливают в подшипники, после этого на эксцентрик надевают хомут и скрепляют болтами. Предварительно нижнюю половину хомута соединяют с шатуном.

Регулируют зазор между эксцентриком и хомутом прокладками, устанавливаемыми между плоскостями разъема хомута. По мере износа рабочей поверхности хомута во время работы эксцентрика эти прокладки постепенно удаляют.

После сборки и регулирования эксцентрика соединяют вилки шатуна с ползуном. Шатун регулируют только по длине стяжной гайкой 6 (рис. 91, а). Это регулирование необходимо для установки конечных положений хода ползуна.

Из контрольных операций при сборке эксцентриков наиболее важной является проверка перпендикулярности оси вала эксцентрика направляющим ползуна. Если будут перекосы, то это приведет к увеличенному износу направляющих ползуна и рабочих поверхностей эксцентрика и хомута.

§ 5. СБОРКА КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА

Разновидностью кривошипно-шатунного механизма является кулисный механизм. Такие механизмы применяют в поперечно-строгальных и долбежных станках.

Кулисный механизм показан на рис. 92. Основной деталью кулисного механизма является кулиса 2, сидящая на оси 13

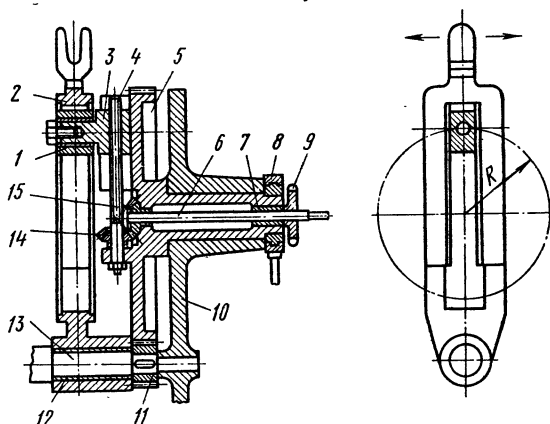


Рис. 92. Механизм качающейся кулисы поперечно-строгального станка

и качающаяся относительно ее. Сзади кулисы насажен кривошипный диск 5, имеющий радиальный паз, в котором может перемещаться палец кривошипа 3 с помощью винта 4, приводимого в движение валиком 6 через конические зубчатые колеса 14 и 15. Диск 5 своим хвостовиком сидит в стенке станины 10 и приводится во вращение зубчатым колесом 11 от привода станка.

На палец 3 посажен камень (сухарь) 1, который входит в продольный паз кулисы. При вращении кривошипного диска камень заставляет кулису качаться около своей оси, а сам перемещается вдоль паза кулисы. Верхний палец кулисы свободно соединяется с ползуном станка и заставляет его двигаться возвратно-поступательно по горизонтальным направляющим.

Преимуществом кулисного механизма является большая скорость обратного хода ползуна. Это особенно важно в станках, где обратный ход является холостым. Но, с другой стороны, кулисный механизм может передавать значительно меньшие усилия, чем кривошипно-шатунный.

Детали кулисного механизма, т. е. кулису, кривошипный диск, камень делают из чугунного литья, пальцы, валики, оси, зубчатые колеса — из стали. Кривошипный диск одновременно выполняет и роль маховика.

Сборку кулисного механизма обычно начинают с соединения кривошипного диска 5 с вкладышем 7, через который пропускают валик 6. На конец валика на шпонке устанавливают коническое зубчатое колесо 15. Винт 4 ввинчивают в отверстие пальца кривошипа 3, а на другом конце винта, где нет резьбы, в шпоночное гнездо устанавливают шпонку. Затем коническое зубчатое колесо 14 сцепляют с зубчатым колесом 15, которые регулируют, изменяя толщину распорных колец или регулировочных шайб, и проверяют на краску по пятну касания зуба.

Винт 4 нижним концом вводят в отверстие зубчатого колеса 14, а затем в отверстие уступа. Когда палец 3 войдет в паз кривошипного диска, винт 4 закрепляют гайкой. После этого собранную сборочную единицу хвостовика диска 5 вставляют в отверстие станины 10. Затем на ось кулисы 13 надевают втулку 12, а на нее устанавливают кулису 2.

Далее на ось 13 на шпонке устанавливают зубчатое колесо 11. В продольный паз кулисы вводят камень 1 и собранную сборочную единицу соединяют с кривошипным диском. При этом ось 13 должна войти в соответствующее отверстие станины, а головка кулисы — в паз ползуна (ползун на рисунке не показан). После этого палец 3 вводят в отверстие камня 1 и закрепляют винтом. На конец хвостовика кривошипного диска

надевают эксцентрик механизма подачи 8, на резьбу валика 6 навинчивают стопорную гайку 9.

После этого кулисный механизм регулируют изменением длины хода ползуна путем изменения радиуса кривошипного пальца (эксцентриситета). При вращении валика 6 рукояткой, надеваемой на его квадратный конец, через конические зубчатые колеса 14 и 15 винт 4 перемещает палец 3 вдоль кривошипного диска и изменяет эксцентриситет. Наибольшая длина хода будет при наибольшем эксцентриситете.

В правильно собранном и установленном станке направляющие кулисы должны находиться в плоскости, перпендикулярной оси 13. Эта ось должна занимать горизонтальное положение, а направляющие кулисы лежать в вертикальной плоскости. Их перпендикулярность проверяют рамным уровнем. Кроме того, индикатором проверяют перпендикулярность торца кривошипного диска 5 оси 13.

§ 6. СБОРКА ХРАПОВОГО МЕХАНИЗМА

Для периодической подачи изделия или инструмента в продольно-строгальных и поперечно-строгальных станках применяют храповой механизм. На рис. 93, а показан храповой механизм автоматической подачи стола поперечно-строгального станка. Кривошипный диск 6 надет на ведущий вал 8, который должен делать одинаковое число оборотов с кривошипным диском, приводящим в движение кулису станка. Это необходимо потому, что подача стола производится один раз за двойной ход ползуна, т. е. во время его обратного хода. Кривошипный диск имеет радиальный Т-образный паз, в котором гайкой закрепляют палец кривошипа 7. Его можно вручную перемещать вдоль паза, изменяя таким образом радиус кривошипа. Шатун 5 одним концом шарнирно соединен с пальцем 7, а другим — с рычагом 2. Этот рычаг свободно сидит на валу 4, на котором на шпонке установлено храповое колесо 1. На рычаге 2 находится собачка 3, которая пружиной прижимается к храповику так, что ее конец входит в одну из впадин храповика.

Радиус рычага 2 больше самого наибольшего радиуса кривошипа. Поэтому при вращении кривошипа собачка за один его оборот совершит два качания: в ту и другую сторону. Конец собачки с одной стороны идет по радиусу храповика, а с другой стороны скошен. При прямом ходе собачка повернет храповик на некоторый угол, а при обратном — будет скользить по зубьям храповика. Вместе с храповиком повернется вал 4, который непосредственно или через передачу связан с хо-

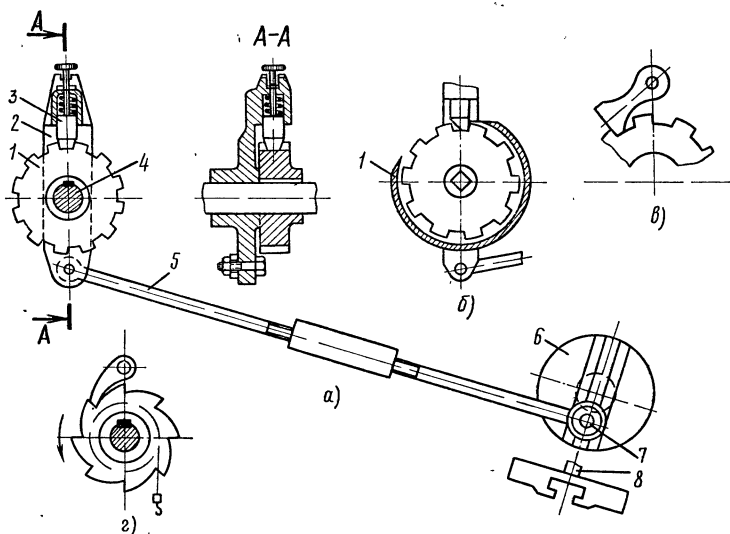


Рис. 93. Храповые механизмы:

а — с переменным радиусом кривошипа, *б* — со щитком, *в* — с перекидной собачкой, *г* — со скошенным зубом

довым винтом стола станка. Таким образом, за каждый поворот кривошипа стол получит периодическую подачу в одном направлении. При этом прямой ход собачки должен происходить во время обратного хода ползуна и наоборот.

Если собачку оттянуть за головку и повернуть на 180° , то подача будет происходить в обратном направлении, а если на 90° , то она останется в оттянутом положении (ее удержит стопорный штифт) и не будет поворачивать храповик (холостой ход).

В описанной конструкции величину подачи регулируют изменением радиуса кривошипа. При изменении радиуса кривошипа меняется и угол качания собачки, т. е. число захватываемых зубьев храповика, а следовательно, и угол поворота ходового винта. Кроме собачек с пружиной часто применяют перекидные собачки (рис. 93, *в*).

У некоторых поперечно-строгальных станков для изменения величины подачи применяется механизм другой конструкции. Радиус кривошипа такого механизма постоянный, что обеспечивает постоянный угол качания собачки (рис. 93, *б*). Храповик имеет щиток 1, который поворачивается и закрывает часть зубьев храповика. Поэтому собачка частично проскальзывает по щитку и захватывает различное число зубьев храповика.

Если нужна только односторонняя подача, то зубья храповика делают скошенными, а собачку — односторонней (рис. 93, з). Такую конструкцию часто применяют как механизм остановки в лебедках, кранах и других грузоподъемных машинах. При вращении в сторону подъема собачка скользит по зубьям храповика, а при остановке упирается в зуб храповика и груз не опускается.

Храповой механизм собирают следующим образом. Сначала устанавливают валы 4 и 8 в подшипники. Далее соединяют рычаг 2 с собачкой 3, предварительно поставив в гнездо пружину. Затем в отверстие собачки ставят стопорный штифт и на конец стержня навинчивают головку. После этого собранный рычаг свободно надевают на вал 4. Далее на этот же вал насаживают на шпонке храповик 1. Другой конец рычага болтом шарнирно соединяют с левой половиной шатуна 5, на конец которой навинчивают соединительную муфту. Затем на вал 8 неподвижно насаживают кривошипный диск 6. Конец шатуна шарнирно соединяют с пальцем 7, головку которого вводят в Т-образный паз диска и закрепляют гайкой.

Пружину регулируют так, чтобы собачка не проскакивала по зубьям храповика при переднем ее ходе. Прорези на торце рычага для стопорного штифта должны быть определенной глубины. Когда штифт войдет в глубокую продольную прорезь, собачка должна упереться во впадину между зубьями храповика, а штифт — не доходить до дна прорези. Если штифт войдет в мелкую поперечную прорезь, он упрется в дно прорези, а конец собачки не должен задевать вершин зубьев храповика.

Собранный и отрегулированный храповой механизм станка должен обеспечивать возможность подачи в обоих направлениях и регулировку ее в пределах от одного зуба храповика до числа зубьев, соответствующего максимальному углу качания собачки.

§ 7. СБОРКА КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ И ПЕРЕДАЧ С ГИБКИМИ ВАЛИКАМИ

Карданные передачи. С помощью карданных передач передают вращательное движение валам, расположенным под некоторым углом. Карданные передачи имеют шарнирные муфты, которые применяют почти во всех отраслях машиностроения.

Шарнирная муфта (рис. 94) состоит из корпусов 2 и 9, щечек 4 и 13, крестовины 6, штифтов 15 и 10, пальцев 3 и 14, шарика 7 и пружины 8.

Корпуса представляют собой втулки, закрепленные на валу штифтами 15 и 10. На наружном цилиндре корпуса профрезеровано два паза, в которые укладывают щечки 4 и 13, закрепляя их от движения в осевом направлении пальцами 3 и 14. Цилиндрическими выступами щечки заходят в отверстие крестовины 6. Крестовина представляет собой шар, у которого с четырех сторон часть сферы срезана и таким образом получены четыре взаимно перпендикулярные плоскости. Эти плоскости через центр шара просверлены, и в эти два взаимно перпендикулярных отверстия входят цилиндрические выступы щечек 4 и 13.

Валы 1 и 12 на выступах щечек могут, как на осях, поворачиваться относительно друг друга во взаимно перпендикулярных плоскостях.

Шарнирную муфту собирают в такой последовательности. Две щечки 4 и 13 одной полумуфты своими цилиндрическими выступами а, б устанавливают в отверстие крестовины 6, затем концы щечек заводят в пазы корпуса, ставят пальцы 3 и 14 и надевают кожухи 5 и 11. Кожухи устанавливают на корпус так, чтобы отверстие в корпусе под штифт 15 совпало с отверстием в кожухе.

Перед сборкой второй полумуфты в отверстие для смазки щечек вставляют шарик 7 и пружину 8. Затем ее собирают, как и первую полумуфту. После этого полумуфты ставят на валы и соединяют с валами штифтами 15 и 10.

Передача гибкими валиками. Гибкие валики применяют для передачи вращения под любым углом. Основным элементом гибкого валика является стальная проволока, навитая в спираль. Навивка спирали делается в несколько слоев и в разных направлениях. Один слой проволоки навивается по часовой стрелке, а другой — против часовой.

Вращение валика (если смотреть со стороны ведущего кон-

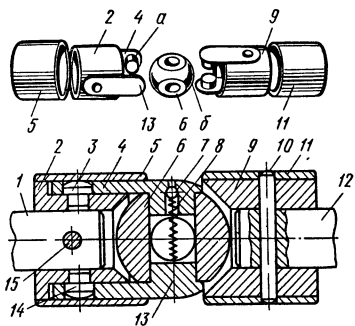


Рис. 94. Шарнирная муфта

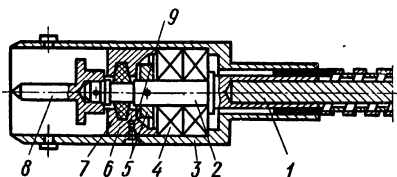


Рис. 95. Крепление гибкого валика с жесткой осью

ца) должно иметь обратное направление витков внешнего слоя проволоки. Если валик вращается и вправо и влево, то диаметр его выбирается из расчета передаваемой мощности на 30% больше.

Гибкие валики покрывают оболочкой, которая кроме увеличения прочности валика защищает его от пыли, грязи и т. д., а также облегчает обращение с ним. Оболочка или рукав представляет собой легко деформирующуюся металлическую пружину, покрытую сверху дополнительной оплеткой. Для небольших длин и диаметров, при условии, когда внешняя среда не оказывает влияния, используют валики и без защитной оболочки.

К гибким валикам предъявляют следующие требования:

1. Прочность (валик должен выдерживать определенный крутящий момент; предельная частота вращения для гибкого валика — 3000 об/мин);

2. Гибкость (валик должен допускать передачу вращения при возможно меньшем радиусе изгиба);

3. Скручивание (угол максимального скручивания не должен превышать 20° на длине 1 м);

4. Отсутствие биения (гибкий валик при передаче вращения должен иметь наименьшие колебания; иногда для уменьшения колебаний через центр валика пропускают проволоочный сердечник, однако такой валик менее гибкий);

5. Надежность соединения (в конструкциях должен быть предусмотрен максимум прочности в местах соединения валика с деталями, подсоединяющими валик к ведущим и ведомым звеньям кинематической цепи).

На рис. 95 показано крепление гибкого валика с жесткой осью. Собирают это крепление следующим образом. На центральный стержень 1 валика мягким припоем припаивают ось 2. Затем надевают корпус 3 и передвигают вправо, чтобы можно было собрать шариковые подшипники 4, которые от осевого смещения предохраняются упорным кольцом 5. Для защиты от попадания пыли на шарикоподшипники ставится втулка 6 с сальниковым уплотнителем 7. На конце оси 2 закрепляется ось 8. После окончания сборки корпус 3 стопорным винтом 9 закрепляют в необходимом положении.

Контрольные вопросы

1. Для чего применяется кривошипно-шатунный механизм?
2. В каких машинах применяют поршневую группу?
3. Расскажите об устройстве кулисного механизма.
4. В какой последовательности собирают храповой механизм?

Глава IX

СБОРКА МЕХАНИЗМОВ ПРИВОДОВ

§ 1. ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ

Приводом называют совокупность механизмов, передающих движение от двигателя к рабочим органам. Приводы могут быть индивидуальные и групповые. В современных станках и машинах используется индивидуальный привод, в котором источником движения является электродвигатель.

Наиболее широко применяют асинхронные электродвигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором. Они имеют простую конструкцию, надежны в эксплуатации и не нуждаются в пусковом реостате. Основными характеристиками этих двигателей являются напряжение тока, номинальная мощность, крутящий момент, частота вращения, пусковые и тормозные свойства и допустимая частота включений.

На многих станках устанавливают несколько электродвигателей — для главного привода, привода подачи, привода зажимного устройства, для быстрых перемещений суппорта, для охлаждения, бесступенчатого регулирования подач и т. д.

Современная автоматизированная электрическая система управления станком может включать до 15 электродвигателей, 20 электромагнитов и электромагнитных муфт, значительное количество разнообразных электрических аппаратов управления, контроля и сигнализации. В электрических схемах автоматического управления металлорежущими станками применяют различные электрические аппараты, тиристорные приводы и различные схемы бесконтактного управления.

На машиностроительные заводы в сборочные цехи необходимое электрооборудование (электродвигатели, электрошкафы, пульты управления, блоки реле, панели и т. д.) поставляется заводами-изготовителями.

В сборочном цехе, выпускающем основную продукцию, монтаж и наладку, регулировку, испытание и проверку работы электрооборудования вхолостую и под нагрузкой проводят высококвалифицированные электромонтажники.

§ 2. ГИДРОПРИВОДЫ И МОНТАЖ ГИДРОСИСТЕМ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

В металлорежущих станках широко применяют гидропривод, позволяющий выполнять бесступенчатое регулирование скоростей в широких пределах и спокойное безударное

реверсирование станков с прямолинейным возвратно-поступательным рабочим движением.

Гидропривод — это устройство, в котором происходит двойное преобразование энергии: механическая энергия преобразуется в энергию движущейся жидкости, а энергия жидкости затем преобразуется в механическую энергию и передает ее силовому органу.

Гидравлический привод любого типа состоит из насоса, распределительных, регулирующих и предохранительных устройств, гидродвигателя и трубопроводов. Эти устройства соединены между собой в единую гидравлическую систему.

В качестве рабочей жидкости в гидравлических системах применяют почти исключительно минеральные масла различных марок: индустриальное 20 (веретенное 3), И-20 А, индустриальное 30 (машинное Л), И-30 А.

Наряду со своим основным назначением — передавать движение и создавать усилие — жидкость в гидросистеме должна надежно смазывать рабочие механизмы и детали гидравлических устройств. Если гидросистема эксплуатируется при очень низких температурах до -213 К (-60°C), в качестве рабочей жидкости применяют смесь смазочных масел с глицерином, спиртом и чистым керосином.

Масло тщательно фильтруют как при первоначальной заливке, так и при его эксплуатации. Время от времени сливают отработавшее масло из всей системы и заполняют ее свежим маслом того же сорта.

Фильтры. Для очистки масла, заполняющего гидросистему, применяют фильтры. Их располагают или во всасывающей линии насоса, или в сливной магистрали. Фильтры могут включаться для последовательной или для параллельной работы. В первом варианте предусматривается пропуск через все фильтры полного объема рабочей жидкости, во втором — через каждый фильтр проходит только определенная часть.

Так как при параллельном включении скорость протекания рабочей жидкости через фильтрующие элементы меньше, чем при последовательном, то и очистка масла при прочих равных условиях происходит более полно.

Через фильтрующий элемент рабочая жидкость проходит под действием разности давлений перед фильтром и после него. Для фильтрации минеральных масел в гидросистемах и системах смазки станков и других машин применяются щелевые (пластинчатые) фильтры. Расширяется применение фильтров с металлической, чаще всего с латунной сеткой с количеством ячеек от 3000 на 1 см^2 .

Засорение фильтров, особенно тех, которые включены в гидросистему последовательно, приводит к чрезмерному повышению давления в сети. Поэтому иногда совместно с фильтрами устанавливают специальные предохранительные клапаны.

Резервуары гидросистем. В качестве резервуаров в гидроприводах используют полости в станинах различного рода оборудования или специальные баки. Использование в качестве резервуаров полостей в станинах дает возможность компактно разместить гидрооборудование и облегчает сбор утечек рабочей жидкости. Обычно полезный объем бака равен трехминутной производительности насоса. Для лучшего отстоя и охлаждения иногда бак увеличивают до объема, равного пятиминутному расходу.

Трубопроводы гидросистем. Агрегаты гидросистем обычно располагаются на некотором, иногда значительном расстоянии друг от друга и тогда их соединяют трубопроводами. В редких случаях, при расположении агрегатов вплотную один к другому, потоки рабочей жидкости удается направлять по сверленным, фрезерованным и литым каналам, выполненным в корпусах и деталях гидроаппаратуры.

Трубопроводы в гидроприводах разделяются на жесткие (обычно металлические трубы) и гибкие (резиновые шланги, гибкие металлические рукава). Последние имеют большие преимущества перед жесткими, так как не боятся вибрации, по ним можно подводить рабочую жидкость к движущимся гидродвигателям и качающимся деталям, кроме того, их удобнее монтировать.

Наиболее употребительны стальные трубы бесшовные, холоднокатаные, холоднокатаные и горячекатаные. Материалом для этих труб является сталь 10 и сталь 20. Применяются также трубы из алюминиевых сплавов, трубы из красной меди применяют реже, вследствие дефицитности этого материала.

В зависимости от величины давления применяют шланги без оплеток, с одной, двумя или тремя хлопчатобумажными или металлическими оплетками. Гибкие металлические герметические рукава и шланги из термостойких материалов применяют для специальных целей. Чтобы при работе трубки не заламывались, в них закладывают металлическую пружину с наружным диаметром на 1—2 мм меньше внутреннего диаметра трубки.

Основной характеристикой трубопровода является его условный проход (номинальный внутренний диаметр). Необходимый условный проход d (мм) в зависимости от требуемой пропускной способности Q (л/мин) и допустимой скорости по-

тока в трубопроводе v (м/с) определяют по формуле $d = 0,46 \sqrt{Q/v}$.

Рекомендуется следующая средняя скорость движения жидкости в трубопроводе:

Тип трубопровода	Средняя скорость, м/с
Всасывающий	1,5—2
Сливной	3—5
Нагнетательный	до 6
В каналах клапанов управления	до 6
В переливных и предохранительных клапанах	до 30

Соединение трубопроводов. Отдельные участки трубопроводов гидравлических систем соединяются между собой с помощью специальной арматуры, позволяющей осуществить или неподвижное соединение, или соединение, допускающее прямолинейное перемещение или поворот трубопровода вокруг его оси без утечек жидкости.

Типовые соединения медных труб с развальцовкой показаны на рис. 96. Два конца труб соединяют штуцером (рис. 96, а), на конусные части которого надевают предварительно развальцованные трубы. К гидравлическим устройствам трубы присоединяют с помощью ниппелей, ввертываемых в корпус устройства на цилиндрической или конической резьбе (рис. 96, б). Иногда в подобных соединениях ставят медную

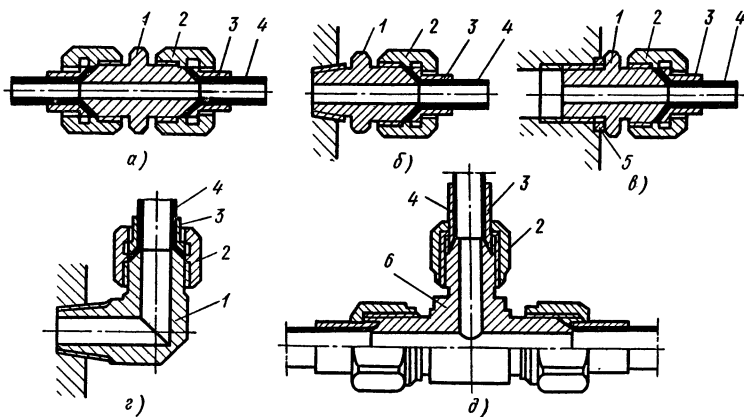


Рис. 96. Типовые соединения медных труб с развальцовкой:

а — двух концов труб, б, в — прямое концевое на резьбе, г — угловое концевое, д — на тройнике; 1 — штуцер, 2 — гайка, 3 — ниппель, 4 — развальцованный конец медной трубы, 5 — прокладка, 6 — тройник

прокладку (рис. 96, в). К ниппелю трубу присоединяют втулкой, подтягиваемой накидной гайкой. Соединение может быть угловым (рис. 96, з), на тройнике (рис. 96, д).

Развальцовку концов медных труб осуществляют с помощью приспособления (рис. 97). Оно состоит из планок 1 и 2, соединенных шарнирно посредством оси 6 и струбцины 3 с винтом 4. Трубку 7 помещают в соответствующее диаметру трубки отверстие планок и закрепляют винтом 8. Затем смазывают маслом формующую конусную поверхность 5 винта 4 и осуществляют развальцовку медленным завинчиванием винта, пока на конце трубки не образуется заданная конусность.

Типовые соединения стальных труб показаны на рис. 98. Трубы соединяются между собой штуцером (рис. 98, а). К концу труб приварены шаровые ниппели, имеющие сферические головки. Ниппель притягивается к штуцеру накидной гайкой. Такое шаровое соединение рекомендуется для стальных труб диаметром до 42 мм. Между ниппелями ставят медную прокладку (рис. 98, б). Таким же способом соединяют стальные трубы с корпусами гидравлических устройств (рис. 98, в, з). Их также используют для угловых Т-образных и крестообразных соединений. Закрепление шланга на штуцере показано на рис. 99, а, б. Применяют также беструбное (стыковое) соединение сборочных единиц и механизмов гидросистем. При таком способе соединения гидроаппаратуру монтируют на плоской панели. Выходные отверстия от гидроаппаратуры выводят на заднюю сторону и соединяют трубами или каналами.

Монтаж труб. К монтажу трубопровода в гидросистемах предъявляют следующие требования:

надежность работы и безопасность обслуживания, для чего необходимы в первую очередь прочное соединение отдельных

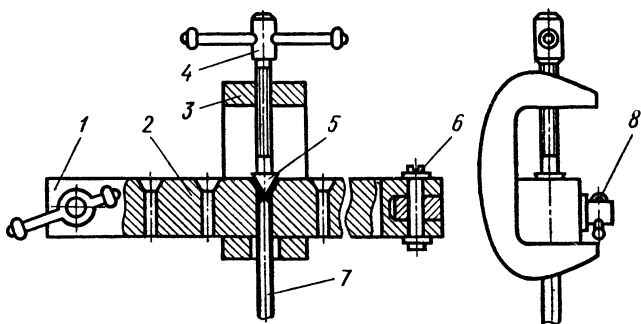


Рис. 97. Переносное приспособление для развальцовки медных труб

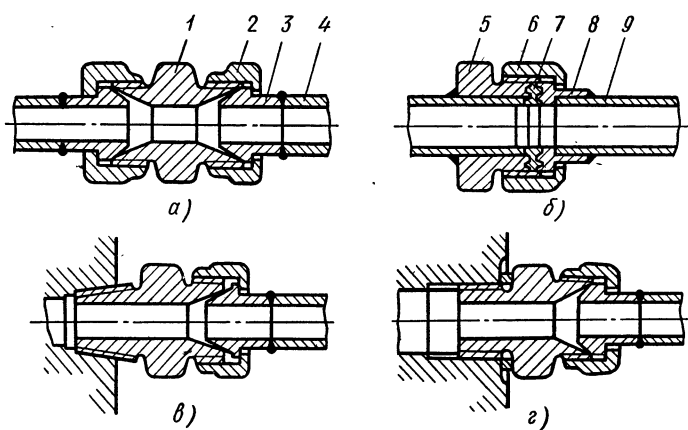


Рис. 98. Типовые соединения стальных труб:

а — прямое промежуточное, *б* — уплотнением промежуточной прокладкой, *в* — прямое концевое, *г* — прямое концевое на трубной резьбе; 1 — штуцер, 2, 6 — гайки, 3 — ниппель шаровой, 4 — приваренный конец стальной трубы, 5, 8 — ниппеля, 7 — медное кольцо (прокладка), 9 — конец трубы

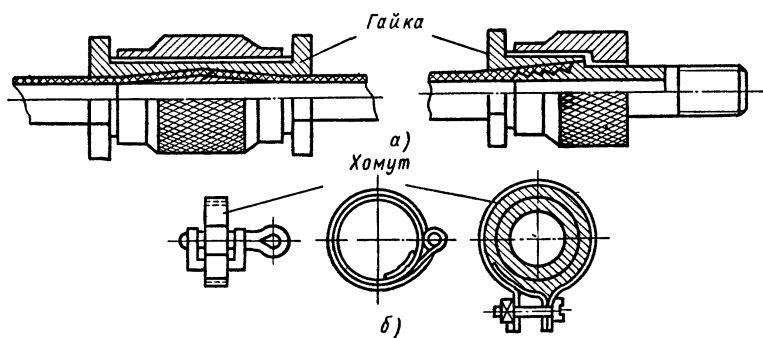


Рис. 99. Закрепление шланга на штуцере:

а — накидной гайкой, *б* — хомутами

звеньев трубопровода и доброкачественное уплотнение всех его стыков;

возможность легкой и быстрой замены поврежденных частей;

свободный доступ для осмотра всей трассы трубопровода и возможность быстрого его ремонта в случае повреждения.

В верхних точках гидравлического трубопровода может скапливаться воздух. Для его выпуска в атмосферу предусматривают воздуховыпускные пробки.

Монтаж труб необходимо вести, соблюдая следующие условия:

после окончания монтажа перед началом эксплуатации трубопроводы должны быть проверены на герметичность при давлении, равном $1,2P$, где P — рабочее давление;

крепление трубопровода скобами, хомутами и другими средствами должно быть вполне надежным;

перед монтажом трубы очищают от окалины в местах приварки наконечников, промывают раствором соляной кислоты и продувают сжатым воздухом;

при ниппельном соединении частей трубопровода сферическая часть наконечника и коническая расточка под него не должны иметь вмятин, забоин и т. п. При повреждении этих поверхностей допускается установка между ними медной, латунной или алюминиевой прокладки.

§ 3. НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И СБОРКА НАСОСОВ

Назначение насосов. Насосами называют машины, всасывающие и нагнетающие жидкость и сообщаящие ей энергию для перемещения по трубопроводам на заданное расстояние и высоту, а также служащие для повышения давления жидкости, заполняющей замкнутую полость. Насос является главным рабочим органом гидросистемы, от его работы зависит работа всей гидросистемы.

По принципу действия, т. е. по способу передачи механической энергии жидкости, насосы подразделяются на объемные (поршневые, пластинчатые, шестеренчатые, винтовые) и центробежные. Основными величинами, характеризующими работу насоса, являются производительность, напор, потребляемая мощность, коэффициент полезного действия и высота всасывания.

Производительностью насоса называется объемное количество жидкости, подаваемое насосом в единицу времени. Оно обозначается Q ($\text{м}^3/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{л}/\text{с}$).

Напором насоса называется работа жидкости, проходящей через насос, т. е. разность полных напоров на выходе из насоса и на входе в него.

Полезная мощность всегда меньше потребляемой за счет потерь, возникающих в насосе. Более высокие значения к. п. д.

соответствуют насосам больших размеров. Для поршневых насосов к.п.д. составляет 0,60 — 0,92, для осевых — 0,7 — 0,85.

Принцип действия насосов основан на разности давлений на поверхности жидкости в нижнем резервуаре и у входа в насос, в результате чего происходит всасывание. Для насосов металлорежущих станков высота всасывания жидкости обычно равна 5 — 6 м.

В технике за единицу давления принимается давление, получающееся при действии силы в 1 кгс на площадь 1 см². Эта единица давления называется технической атмосферой и обозначается ата. В СИ килограмм-сила на квадратный сантиметр будет равна 100 кПа. Соотношения между основными единицами давления приведены в Приложении.

В гидроприводах промышленного оборудования применяют различные поршневые насосы, которые отличаются друг от друга по производительности и развиваемому давлению, количеству и расположению поршней.

При изготовлении и сборке поршневых насосов обращают серьезное внимание на пригонку сопряженных деталей. Особенно хорошо должны быть притерты поршни в своих цилиндрах, причем цилиндры делают по допускам $H6$ (A_1), а поршни (плунжеры) — по допускам $h5$ (C_1). Поршни должны входить в цилиндры плотно, без качки, но так, чтобы могли медленно перемещаться от собственной массы. Овальность и конусность поршней не должна превышать 0,005 мм, а цилиндров — 0,01 мм. При сборке каждый поршень вставляют в свой цилиндр, для этого их клеймят. Тарелки или пояски всасывающих и нагнетательных клапанов должны быть хорошо притерты к своим посадочным местам.

На рис. 100, а показан горизонтальный трехплунжерный насос. Насос состоит из четырех основных частей: части низкого давления A , переключающего золотника B , части высокого давления B и выключения высокого давления $Г$.

Часть низкого давления образуют два зубчатых колеса 7, 8, входящих взаимно в зацепление. Одно из зубчатых колес посажено на ось 9, имеющую на одном торце паз, с помощью которого она соединяется с зубом коленчатого вала 10 поршневой группы. Часть низкого давления поставляет большое количество масла для быстрого хода поршня вхолостую.

Часть высокого давления — трехпоршневая — создает высокое давление. Поршни 1 с закаленной и шлифованной поверхностью уплотнены в корпусе насоса 3 чугунными пробками 2. Чугунные крейцкопфы 4 соединены с шатунами 5 стальным пальцем 6.

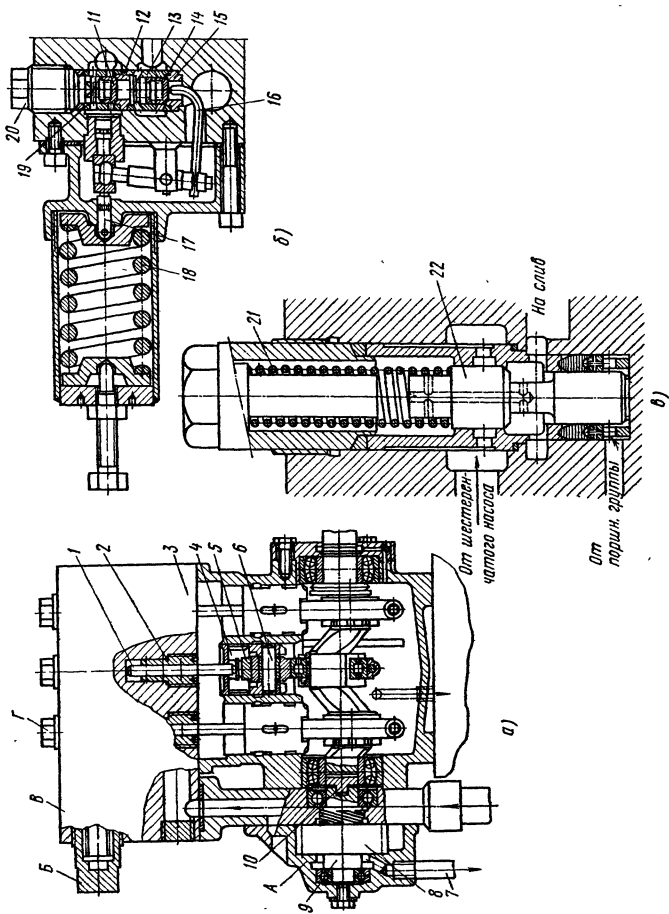


Рис. 100. Горизонтальный трехпортовый насос:
 а — общий вид, б — клапанная коробка, в — переключающий золотник

Примыкающая к корпусу насоса клапанная коробка показана на рис. 100,б отдельно. В ней клапаны 11 и 14 насоса и их седла 12, корпуса 13 клапанов и конусы 15 изготовлены из закаленной нержавеющей стали и помещены в корпусе клапанной коробки друг над другом.

Переключающий золотник 22 (рис. 100,в) находится в нижней части клапанной коробки (показан также отдельно). Работает золотник так, что при достижении нижнего предела давления [примерно 1,2—1,5 МПа (12—15 кгс/см²)] он автоматически выключит зубчатую часть и приведет в действие поршневую часть насоса. Зубчатая часть прогоняет масло через фильтр и нагнетает его через канал вокруг переключающего золотника к камере под всасывающие клапаны.

Большое (постоянное) количество масла придерживает всасывающий клапан 14 и расположенный над ним нагнетательный клапан 11 в приподнятом положении (поршневая часть не работает, так как всасывающий клапан не прилегает к седлу) и поэтому протекает в распределительное устройство и далее в рабочий цилиндр.

Если давление в нагнетательном пространстве начнет подниматься, то поднимется также и давление под переключающим золотником (см. рис. 100,в), куда масло попадает по другому каналу. Давление поднимается до тех пор; пока усилие, образующееся вследствие давления на поверхность золотника, не преодолест усилие пружины 21 и золотник 22 не переключится.

Некоторое количество масла подается зубчатой частью и идет через соответствующий канал на слив, а часть масла протекает дальше в камеру под всасывающим клапаном. Дросселирование выбрано так, что под всасывающим клапаном остается небольшое избыточное давление 0,2—0,3 МПа (2—3 кгс/см²). Всасывающий клапан начнет прилегать, и вследствие этого начнет работать поршень.

Поршни засасывают часть масла, поставляемого зубчатой частью, и нагнетают его через нагнетательный клапан. После закрытия рабочего цилиндра давление повышается и под действием его поршень 17 (см. рис. 100,б) давит на регулиционную пружину 18, затягиванием или освобождением которой устанавливают высоту максимального давления.

Если давление на поршень превысит силу действия пружины, то выключающий рычаг 16 приподнимает конус всасывающих клапанов 14 и высокое давление снизится. Если давление в нагнетательной части понизится, то насос автоматически выключится.

Резкое снижение производительности (замедление подач рабочих органов машины, стук, шум) указывает на то, что во время сборки поршневого насоса были плохо притерты конуса нагнетательных и всасывающих клапанов к своим седлам. Очень часто причиной плохой работы вновь собранного насоса является слабое затягивание пробки 20 (см. рис. 100, б). Поэтому в течение первых дней эксплуатации насоса пробку подтягивают, так как кольца 19 под действием давления спрессовываются, герметичность нарушается, что приводит к неисправностям в работе насоса.

Шестеренчатые насосы. Эти насосы бывают низкого, среднего и высокого давления. Шестеренчатые насосы низкого давления применяют в системах смазки и охлаждения станков. Насосы среднего давления применяют в гидравлических системах шлифовальных, фрезерных и других станков. Насосы высокого давления применяют в гидравлических системах сверлильно-расточных, протяжных, токарных и фрезерных станков.

Шестеренчатый насос (рис. 101) состоит из чугунного корпуса 12, крышек 14 и 11, скрепленных винтами. Их точное расположение фиксируется контрольными штифтами. В корпусе расположены зубчатые колеса 13 и 1, закрепленные на валах 9 и 3 шпонками. Шпонка ведомого вала укреплена штифтом 10. Валы вращаются в игольчатых подшипниках, которые расположены во втулках 8, помещенных в чугунные вкладыши 7. Между корпусом и крышками проложены уплотнения из бумажной калки, пропитанной нитролаком.

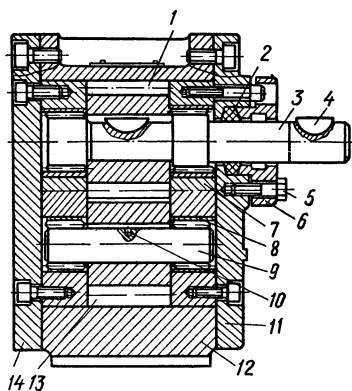


Рис. 101. Устройство шестеренчатого насоса

Утечка жидкости по ведущему валу устраняется подтягиванием винтами 5 чугунной втулки 6, сжимающей пробковую прокладку или сальниковую набивку 2. Выступающий конец вала имеет шпонку 4 для соединения с приводом. Чем больше количество зубьев, тем равномернее подается жидкость. Насосы, у которых зубчатые колеса имеют 5—10 зубьев, применяют для охлаждения систем. В гидроприводах используют зубчатые колеса с 10—20 зубьями.

Зубчатые колеса для насосов изготавливают из цементуемых

сталей с последующей термической обработкой и шлифованием профиля зубьев на зубошлифовальном станке.

Биение диаметра начальной окружности зубчатых колес допускается до 0,04 мм, непараллельность зубьев к оси отверстия не более 0,03 мм, биение к торцу не более 0,02 мм на диаметре до 50 мм.

Основные требования при сборке шестеренчатых насосов следующие: достижение плотности в посадочных местах корпуса, соблюдение межосевого расстояния для осей зубчатых колес, получение хорошего зацепления.

При сборке шестеренчатых насосов обращают особое внимание на зазор между зубчатыми колесами и вкладышами, который должен составлять 0,04—0,08 мм. Соблюдение равномерности и величины этого зазора — основное условие правильной сборки насоса.

Недостаток обычных шестеренчатых насосов состоит в том, что зубчатые колеса в них испытывают одностороннее давление жидкости, направленное со стороны полости нагнетания в сторону всасывания, вследствие чего расточка корпуса получает односторонний износ (чем больше давление жидкости, тем быстрее износ).

Если при обработке зубчатых колес или корпуса насоса не выдержан допуск, в пределах которого они должны быть обработаны, следует шлифовать торцы зубчатых колес (когда зазор меньше требуемого) или торец корпуса (когда зазор больше допускаемого).

Сборка насоса заканчивается установкой винтов и контрольных штифтов, после чего проверяют вручную вращение ведущего вала, которое должно быть легким и плавным. Защемление вращающихся деталей объясняется небрежной сборкой или перекосом осей под подшипники. В этом случае ослабляют винты, крепящие крышки насоса, и если зубчатые колеса будут вращаться легко, вновь затягивают их без перекоса. Если при этом не будет получено хороших результатов, выполняют перештифтовку крышек.

После сборки насос испытывают на специальном стенде для определения производительности и объемного коэффициента полезного действия. Насос должен работать без шума и стуков.

Лопастные — пластинчатые насосы. Эти насосы применяют в гидросистемах сверлильно-расточных, токарных, фрезерных, протяжных и других станков. Такие насосы рассчитаны на давление 3—7 МПа (30—70 кгс/см²) и выпускаются различных типов.

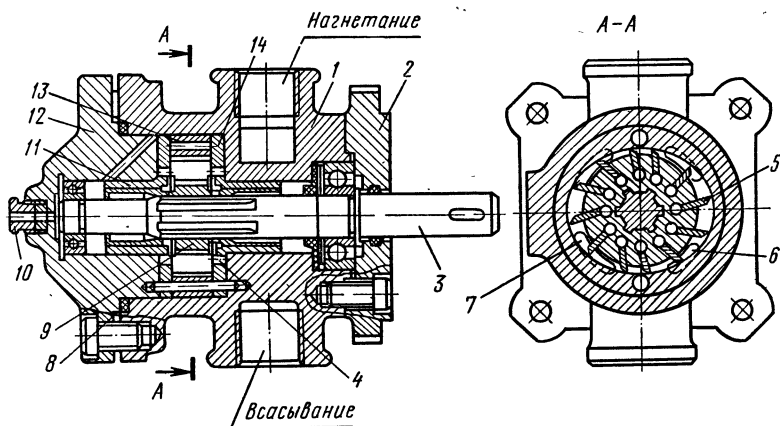


Рис. 102. Устройство лопастного насоса Г12-1

На рис. 102 показан насос Г12-1 с постоянной производительностью, применяемый для подачи масла в гидравлические системы станков, экскаваторов, гидропрессов и других машин. Между чугунным корпусом 1 и крышкой 12 смонтировано стальное закаленное кольцо (статор 13), имеющее внутри профилированную поверхность, по которой скользят двенадцать лопаток 5. Ротор посажен на шлицы вала 3, свободно вращающегося в шариковых подшипниках. К торцам статора 13 и ротора 9 прижаты распределительные диски 11 и 14. В дисках имеются два окна 6 для всасывания и два окна 7 для нагнетания масла.

При вращении ротора 9 лопатки 5 под воздействием центробежной силы и давления масла, подведенного под лопатки через отверстия 4, прижаты к внутренней поверхности статора 13. За один оборот ротора 9 осуществляется два цикла всасывания и нагнетания, поэтому насос называется насосом двойного действия.

Уплотнение между корпусом 1 и крышкой 12 достигается с помощью пробкового кольца 8. Чтобы предотвратить утечку по валу 3 насоса, во фланце 2 установлены уплотнения — манжета из маслостойкой резины и фетровые прокладки. Между статором 13 и дисками 11 и 14 неизбежно просачивается масло. Для его отвода в крышке насоса имеется отверстие, через которое масло направляется в резервуар по трубке, соединяемой со штуцером 10.

Сборка пластинчатых насосов очень сложная операция, ее выполняют по сборочному чертежу с соблюдением технических

условий. При сборке пластинчатого насоса нужно иметь в виду, что большое отверстие в корпусе насоса — всасывающее, а меньшее — нагнетательное. После сборки насоса проверяют равномерность и силу затягивания крепежных винтов проворачиванием ротора за вал. Ротор должен проворачиваться легко и плавно. Тугое проворачивание ротора устраняется регулированием затягивания винтов (при перекосе крышек) или притиркой задней крышки.

Пластинчатые насосы работают более надежно на маслах с вязкостью 2,5—5°Е. Масло более высокой вязкости может нарушить работу насоса, так как центробежная сила может не преодолеть вязкость масла и не вытолкнет лопасть к периферии ротора.

Винтовые насосы. Во многих отраслях промышленности винтовые насосы начали вытеснять шестеренчатые благодаря ряду преимуществ: небольшие размеры и масса, бесшумность, отсутствие взбалтывания перекачиваемой жидкости, способность к перекачиванию жидкостей с самой различной вязкостью, большая допустимая скорость вращения, а значит, и возможность прямого соединения с быстроходными двигателями.

Рабочими органами винтовых насосов служат роторы с витками, идущими по винтовой линии. Роторов может быть два, три, а иногда и более, причем один из них является ведущим, а остальные — ведомыми. Камеры всасывания и нагнетания располагаются по торцам винтовых роторов, а по цилиндрическим поверхностям роторы плотно охватываются корпусом насоса (рис. 103, а). Конструкция винтового насоса проста и для сборки не требует высокой квалификации слесаря-сборщика.

Рабочая жидкость, находящаяся во всасывающей полости, поступает в раскрывающуюся винтовую впадину каждого ротора. При дальнейшем вращении ротора эта впадина замыкается выступающими витками других роторов, которые проталкивают жидкость, находящуюся во впадине, к нагнетательной полости. В нагнетательной полости впадина размыкается и жидкость, находящаяся между входящими в зацепление витками, как в шестеренчатом насосе, проталкивается через нагнетательную камеру в нагнетательный трубопровод.

Для надежной работы винтовых насосов необходимо в максимальной степени исключить возможность перетекания жидкости из нагнетательной камеры во всасывающую. Так как обе эти камеры разделены роторами, необходимо обеспечить герметичное уплотнение винтовых впадин при зацеплении вин-

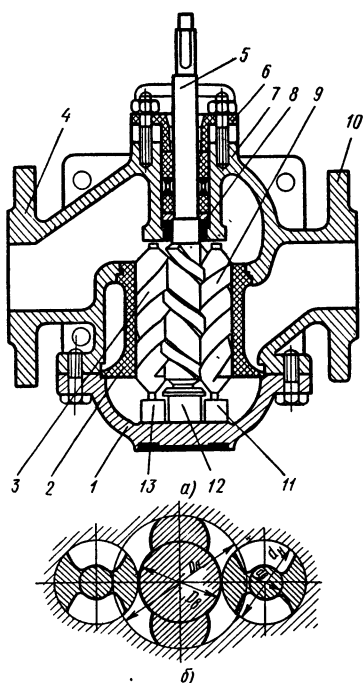


Рис. 103. Устройство винтового насоса (а), поперечный разрез трехвинтового насоса (б):

1 — крышка корпуса, 2 — обойма роторов, 3, 9 — ведомые роторы, 4 — нагнетательный патрубок, 5 — ведущий ротор, 6 — нажимная втулка уплотнительного сальника, 7 — корпус, 8 — опорная втулка ведущего ротора, 10 — всасывающий патрубок, 11, 13 — разгрузочные поршни ведомых роторов, 12 — разгрузочный поршень ведущего ротора

товых витков и пригонку витков к корпусу насоса по их наружной поверхности с ничтожными зазорами — отверстие по допускам $H6 (A_1)$, ротор — по допускам $h5 (C_1)$.

На рис. 103, б показаны поперечные сечения винтовых роторов наиболее распространенного трехвинтового насоса, у которого средний ротор является ведущим, а два

боковых — ведомыми. У такого трехвинтового насоса профиль винтов циклоидальный, нарезка двухзаходная, передаточное отношение между ведущим и ведомыми роторами равно единице.

Характерной особенностью винтовых насосов является постоянство соотношений между размерами основных его элементов (D_n , D_v , d_n , d_v) независимо от размеров насоса.

Силовые гидроцилиндры. Гидроцилиндры предназначены для преобразования энергии потока жидкости в механическую энергию возвратно-поступательного или возвратно-поворотного (качательного) движения выходного звена (поршня со штоком или лопасти с валом) и связанных с ним устройств. Гидроцилиндры делятся на поршневые и плунжерные, с двумя или одним штоком.

Поршневые гидроцилиндры могут выполняться или с неподвижным цилиндром и перемещающимся поршнем, или с подвижным поршнем и подвижным цилиндром. Простые поршневые гидроцилиндры (рис. 104, а) имеют поршень с двумя штоками одинакового диаметра, обеспечивающими равные скорости прямого и обратного хода.

Дифференциальные гидроцилиндры (рис. 104, б) имеют один шток, у них скорости прямого и обратного хода различные. Такой гидроцилиндр имеет гильзу 10 (рис. 104, в), внутри которой перемещается поршень 6, уплотненный резиновыми кольцами круглого сечения, закрепленный на штоке 5 гайкой 9. На гильзу с двух сторон надеты фланцы 4 и 7, крепящиеся упорными кольцами 11. К фланцам шпильками 13 присоединяются сплошная крышка 8 и проходная 3, имеющая отверстие для прохода штока. Между крышками и корпусом имеется уплотняющее кольцо 12, а в крышке 3 — сальник 1. В каждой крышке имеется штуцер 2 для подвода и отвода масла.

Собранные гидроцилиндры испытывают следующим образом. В одну из полостей цилиндра нагнетают под определенным давлением подогретое до 323 К (50 °С) масло. При этом утечка его через неплотности в сопряжении поршня с цилиндром во вторую полость не должна быть более установленных норм. Аналогично проверяют сальниковое уплотнение.

Уплотняющие устройства плунжерных сборочных единиц служат для устранения утечки жидкостей или газов, которые вследствие избыточного внутреннего давления просачиваются через зазоры между неподвижными и движущимися деталями. Уплотнение плунжерных сборочных единиц можно разделить на две группы. К первой относят уплотнения, в которых необходимо гидравлическое сопротивление в зазоре достигается притиркой плунжера и цилиндра без применения специальных уплотняющих деталей.

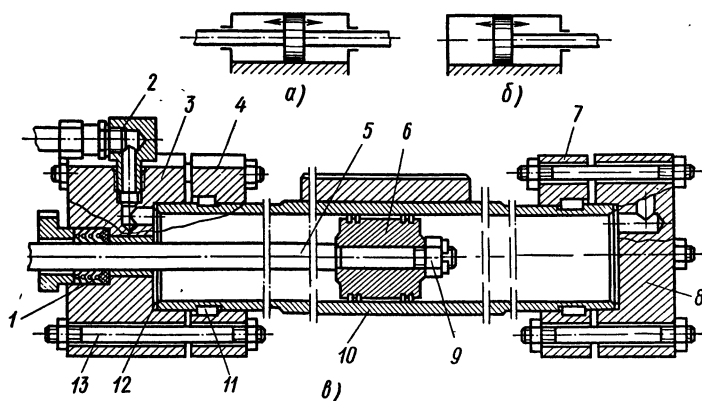


Рис. 104. Устройство гидроцилиндра:

а — с двумя штоками, б — с одним штоком, в — гидроцилиндр в сборе

Плунжеры должны быть притерты к цилиндрам до полного прилегания. Зазоры между плунжером и цилиндром устанавливаются согласно ТУ. Овальность цилиндров и разность диаметров должны соответствовать ТУ.

Ко второй группе относят уплотнения, в которых гидравлическое сопротивление достигается с помощью дополнительных деталей (манжет, колец, набивок), непрерывно прижатых к уплотняемым поверхностям соединений.

К простейшим уплотнениям штоков относят сальники с мягкой набивкой (рис. 105, а). Мягкие набивки делают из эластичных материалов, асбестовых, льняных или хлопчатобумажных плетеных и крученых нитей, из пробки, маслостойкой резины или асбест-графита. Сальник с мягкой набивкой представляет собой коробку, в которую набивка укладывается отдельными кольцами. Стыки имеют скосы, которые смещены один по отношению к другому. Требуемую плотность набивки достигают подтягиванием сальника. Однако при сильном затягивании сальника могут возникнуть значительное трение и повышенный износ в сборочной единице.

Поршневые кольца (рис. 105, б), вставленные в цилиндр, должны плотно, без просвета, прилегать своей поверхностью к зеркалу цилиндра и иметь зазор S в стыке не более величин, рекомендуемых заводскими инструкциями и чертежами, для данного диаметра D .

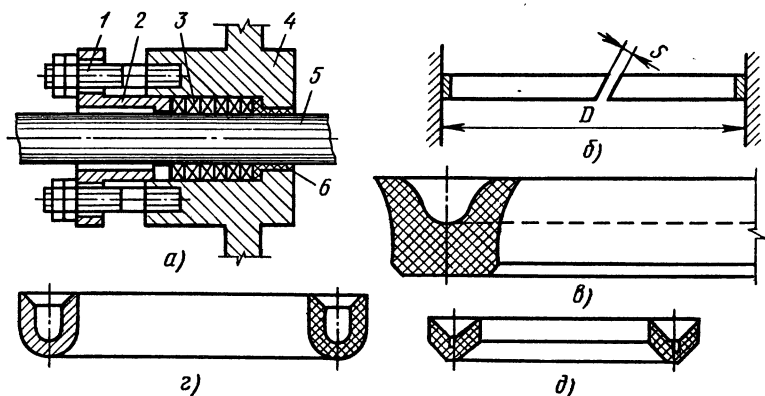


Рис. 105. Уплотнение соединений в насосах, гидроцилиндрах и гидродвигателях:

а — сальники с мягкой набивкой, б — поршневым кольцом, в — воротниковой манжетой, г — манжетой U-образного сечения, д — манжетой шевронной; 1 — шпилька, 2 — нажимный стакан, 3 — набивка, 4 — сальниковая коробка, 5 — поршневой шток, 6 — грунд-буksa

Отклонения геометрических размеров цилиндров должны находиться в пределах ТУ. Для предотвращения защемления штока и поршня выдерживают соосность цилиндра и направляющей буксы штока. Для этого поверхность штока шлифуют, а затем полируют.

Манжеты выдерживают очень высокое давление, и с его повышением герметичность соединений становится надежной. На рис. 105, в показана манжета (воротниковая) резиновая уплотнительная диаметром до 300 мм для гидравлических устройств при давлении до 32 МПа (320 кгс/см²) и температуре от + 353 К до -238 К (от +80 до -35 °С).

На рис. 105, г показана манжета U-образного сечения, применяемая для поршней пневматических цилиндров диаметром 80 - 150 мм. Уплотнения их кожи или севанита рассчитывают на рабочее давление до 0,6 МПа (6 кгс/см²) [испытательное - 8 МПа (80 кгс/см²)] при температуре рабочей среды до 373 К (100 °С).

Для обеспечения герметичности гидравлических устройств, работающих в воде, эмульсии, минеральных маслах при давлении до 50 МПа (500 кгс/см²) и температуре от -243 К до + 323 К (от -30 до + 50 °С) применяют резинотканевые, шевронные (рис. 105, д) многорядные уплотнения.

На рис. 106, а показана конструкция уплотнительной сборочной единицы для плунжера (штока), а на рис. 106, б - кон-

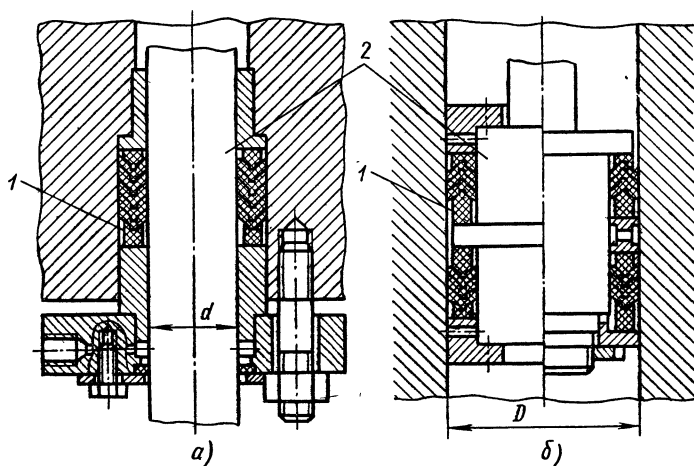


Рис. 106. Устройство уплотнительных сборочных единиц:

а - для плунжера, б - для поршня; 1 - уплотняющее устройство, 2 - плунжер

струкция уплотнительной сборочной единицы для поршня. Уплотнения изготовляют из хлопчатобумажной ткани «даместик»; прорезиненной с двух сторон графито-резиновой смесью. Их изготовляют также из резины.

§ 4. КОНТРОЛЬНО-РЕГУЛИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Регулирующая аппаратура предназначена для регулирования скорости перемещения штока гидроцилиндра и величины усилия за счет изменения количества жидкости, протекающей в единицу времени через трубопровод, и давления жидкости в отдельных полостях гидропривода. Конструкции регулирующих устройств и их комбинации разнообразны. Ниже рассмотрены основные из них.

Дроссели предназначены для регулирования скорости движения подвижного элемента (поршня) гидроцилиндра путем изменения сечения проходного отверстия дросселя. На рис. 107, *а* показано устройство шелевого дросселя. Масло подводится к отверстию 1 в корпусе 3 дросселя, затем через щель *б* и внутреннюю полость валика 2 к отверстию 7 и далее — в гидросистему. Ширина щели может изменяться поворотом валика 2, установка которого в требуемое положение осуществляется с помощью лимба 4, а фиксации — накатной гайкой 5. Отверстие 6 служит для слива масла, просочившегося через зазоры.

Предохранительные клапаны служат для ограничения повышения давления в какой-либо полости гидравлической системы. На рис. 107, *б* показан предохранительный шариковый клапан. Шарик 8 удерживается в седле сильной пружиной 9, натяжение которой регулируется винтом 10. Натя-

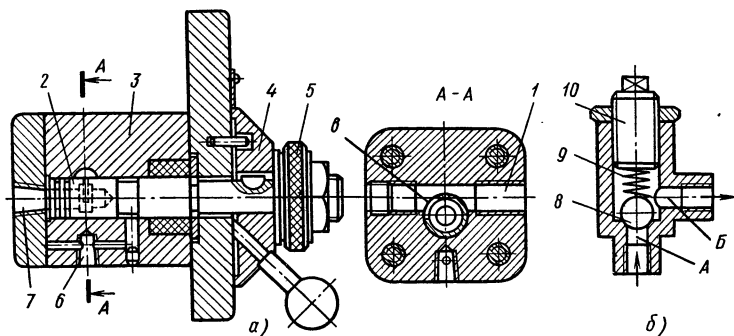


Рис. 107. Устройство шелевого дросселя (*а*), предохранительного шарикового клапана (*б*)

жение пружины определяет максимально допустимое давление в полости *А*, при превышении которого жидкость из полости *А* вытекает в полость *Б* через предохранительный клапан. Так как жидкость подается насосом с некоторой пульсацией, шарик тоже будет открывать и закрывать отверстие периодически, вследствие чего будет иметь место и пульсация давления в полости *Б*. Для уменьшения ее применяют предохранительные клапаны с переливным золотником.

Обратные клапаны предназначены для пропускания жидкости только в одном направлении. На рис. 108, *а* приведено устройство такого клапана Г51-2. Под давлением масляного потока, подводимого через отверстие *А* под клапан 1, последний, преодолевая усилие пружины 2, приподнимается над седлом 3 и открывает проход маслу к отверстию *Б*. При изменении направления масляного потока клапан прижимается к седлу, перекрывая путь маслу в обратном направлении.

Предохранительные клапаны с переливным золотником служат для поддержания определенного по-

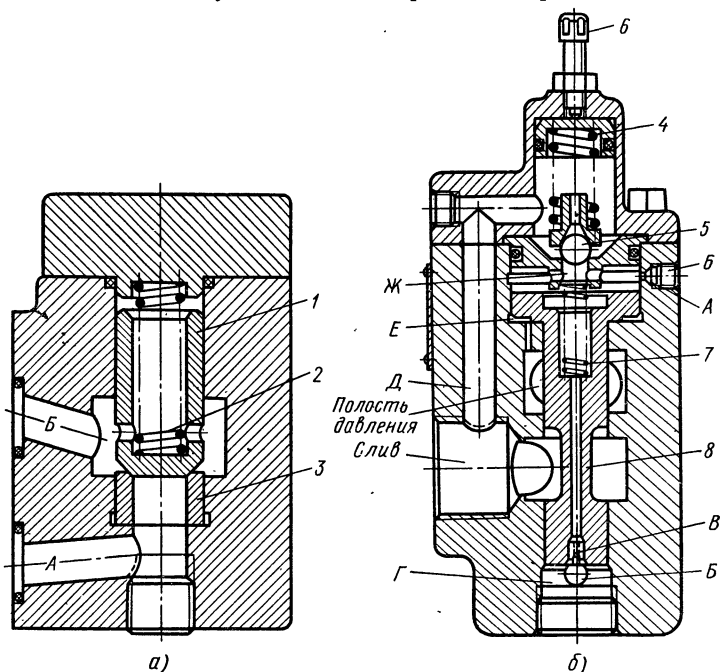


Рис. 108. Устройство обратного клапана Г51-2 (*а*), клапана Г52-1 (*б*)

стоянного давления в гидросистемах, а также для предохранения их от перегрузки. На рис. 108,б показано устройство предохранительного клапана с переливным золотником типа Г52-1. Масло под давлением через канал *Б* и отверстие *В* в демпфере золотника 8 поступает в полость *Ж* и под шариковый клапан 5, настроенный на определенное давление. Пока давление в системе не преодолеет усилия, на которое настроена пружина 4, гидравлически уравновешенный золотник пружиной 7 удерживается в крайнем нижнем положении, перекрывая масло на слив.

При повышении давления в гидросистеме шариковый клапан 5, преодолевая усилие пружины 4, открывается. Из полости *Ж* по каналу *Д* масло поступает на слив, вследствие чего давление в полости понижается, при этом равновесие сил, действующих на золотник 8, нарушается. Последний под давлением масла в полостях *Г* и *Е* поднимается, соединяя полости давления со сливом. Это приводит к уменьшению давления в гидросистеме. При падении давления в ней ниже того, на которое настроена пружина 4, шариковый клапан 5 закрывается, не допуская проход масла на слив. Давление в полостях *Г*, *Е* и *Ж* при этом выравнивается, и золотник 8 под действием пружины 7 опускается, перекрывая слив масла в бак.

Для разгрузки гидросистемы (снятия давления) через отверстие *А* масло спускают из полости *Ж*. Разгрузка может производиться и с помощью дистанционного управления. Для этого пробку 6 удаляют и к отверстию присоединяют сливной трубопровод с краном дистанционного управления.

Напорные золотники с обратным клапаном используют для пропуска потока масла в одном (прямом) направлении при заданном давлении и в другом (обратном) — с минимальным сопротивлением. На рис. 109 показано устройство напорного золотника с обратным клапаном типа Г66-2. Масло подводится в полость *А*. Пружина 1 отжимает золотник 2 в крайнее нижнее положение, разъединяя полости *А* и *Г*, при этом последняя соединяется с полостью гидроцилиндра. Одновременно через отверстие *Б* и полость *В* давление передается на нижний торец золотника 2. Когда давление в системе преодолевает усилие пружины 1, золотник поднимается, полости *А* и *Г* соединяются и масло под давлением проходит в полость гидроцилиндра. В обратном направлении масло проходит, отжимая золотник 3 в крайнее нижнее положение.

Распределительная аппаратура предназначена для управления потоками жидкости в гидросистемах изменением их направления, а также для включения и выключения отдельных участ-

ков гидросистемы при поступлении внешних сигналов управления. Последние могут подаваться вручную или с помощью той или иной системы автоматического управления. К распределительным устройствам относятся краны и золотники. Краны используются в основном в цепях управления. Кран переключают поворотом его пробки.

Золотники реверсивные предназначены для изменения направления движения (реверсирования) рабочих органов. Золотники бывают с ручным и автоматическим управлением (от кулачка, с электрическим и электрогидравлическим управлением).

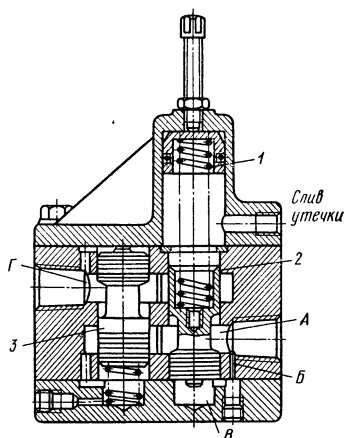


Рис. 109. Устройство золотника напорного с обратным клапаном

На рис. 110, а приведено устройство четырехходового золотника с управлением от кулачка (типа Г74-21). При освобождении рычага 1 золотник 2 занимает крайнее верхнее положение, при котором полость А соединяется с Б и В с Г. При таком положении золотника 2 обеспечивается проход масла под давлением из полости В в полость Г и далее в одну из полостей гидроцилиндра, а также выпуск масла на слив через полости Б и А из другой его полости. При нажатии кулачка (на рисунке не показан) на рычаг 1 золотник 2 перемещается вниз и потоки масла реверсируются.

На рис. 110, б изображено устройство реверсивного золотника с электромагнитным приводом на три положения (типа Г73-1). Этот золотник позволяет направить жидкость под давлением в ту или иную полость гидроцилиндра для осуществления прямого и обратного ходов или соединением линии нагнетания и обеих полостей гидроцилиндра с баком остановить движение поршня в любом месте на пути его перемещения. Во втулке 4 перемещается плунжер 7 золотника, который может занимать три положения.

При среднем положении, как показано на рисунке, жидкость под давлением из трубопровода 11 беспрепятственно проходит по полостям втулки 4 и трубопроводам 10 и 12 на слив. При этом из обеих полостей гидроцилиндра жидкость по трубам 5 и 6 через полости втулки 4 также уходит на слив. Этому

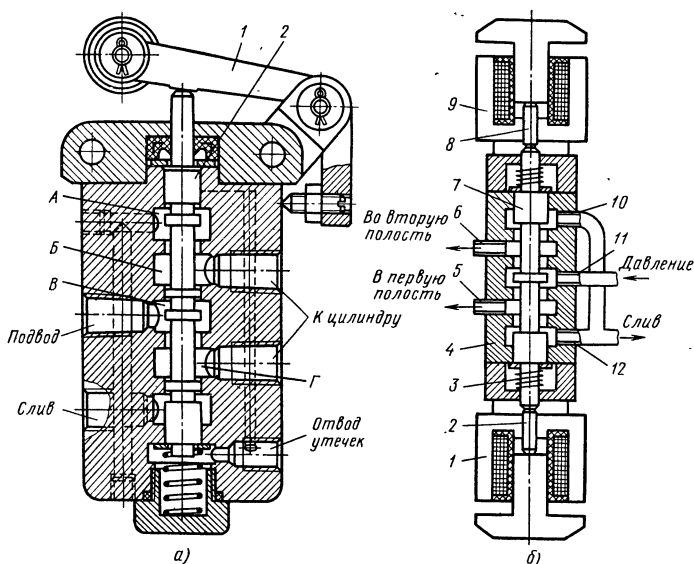


Рис. 110. Устройство четырехходового золотника с управлением от кулачка (а), реверсивного золотника с электромагнитным приводом на три положения (б)

среднему положению плунжера соответствует останов поршня гидроцилиндра.

При подаче напряжения на электромагнит 1 последний через штифт 2, преодолевая сопротивление пружины 3, перемещает плунжер 7 вправо, при этом жидкость под давлением из трубопровода 11 пойдет к трубопроводу 5 в первую полость гидроцилиндра, а его вторая полость через трубопровод 10 соединится со сливом. Когда напряжение будет снято, плунжер 7 под действием пружины возвратится в среднее положение. Если подать напряжение на электромагнит 9, то последний через штифт 8 переместит плунжер 7 влево и жидкость под давлением будет подаваться во вторую полость гидроцилиндра, а из его первой полости пойдет на слив.

В гидросистемах применяются также поворотные пилоты, которые являются вспомогательными органами управления золотниками (рис. 111, а). Они рассчитаны на небольшую пропускную способность (8—10 л/мин) и поэтому имеют небольшие размеры, что позволяет создавать легкие и компактные органы управления станком.

Если соединить трубами поворотный пилот 1 (располо-

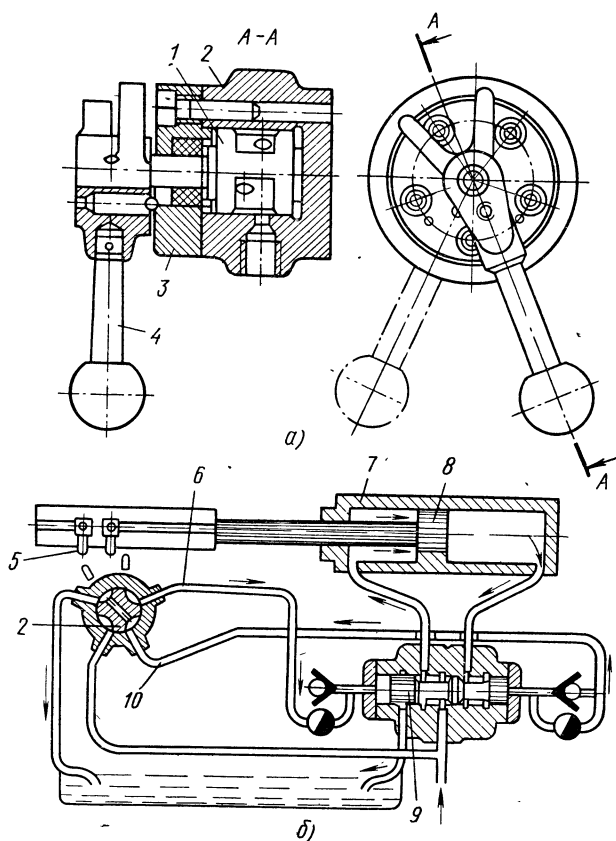


Рис. 111. Золотниковое устройство с поворотным пилотом:

a — поворотный пилот, *б* — схема управления; 1 — пилот, 2 — корпус, 3 — крышка, 4 — рукоятка, 5 — упор, 6 — труба, 7 — цилиндр, 8 — поршень, 9 — золотник, 10 — трубопровод

женный в корпусе 2) с золотниковым устройством гидросистемы, можно управлять ее рабочим циклом на расстоянии. Схема такого управления показана на рис. 111, б. Жидкость, поступающая в трубопровод, соединенный с пилотом 2, идет по трубе 6 к левому торцу золотника 9 и смещает его вправо. Поток жидкости устремляется в левую полость цилиндра 7 и перемещает поршень 8 тоже вправо. При этом поршень увлекает за собой упор 5 и жидкость, находящаяся в правой полости цилиндра, идет на слив. Как только упор 5, дойдя до

рожка пилота, сдвинет его, пилот повернется и соединится с трубопроводом 10. Теперь жидкость потечет к правому торцу золотника, а оттуда — в правую полость цилиндра и переместит поршень влево.

В гидросистемах применяются пилоты осевого типа, а также электромагнитные с тянущими или толкающими магнитами.

Реле давления применяется в станках для отвода инструментов при чрезмерном повышении усилия подачи, автоматического отвода суппорта при работе по упорам и др. Эти функции управления реле давления осуществляются на расстоянии золотниковыми устройствами.

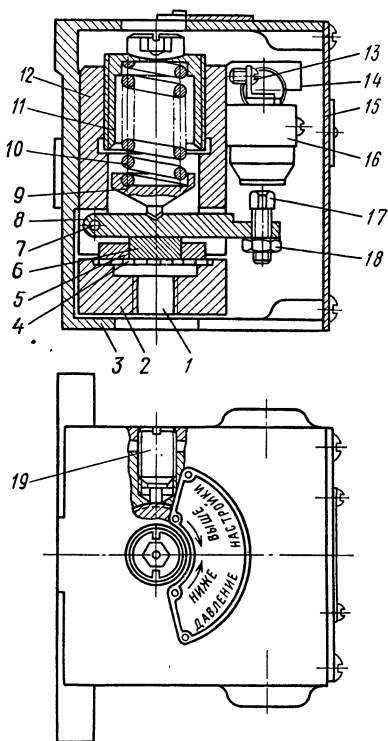


Рис. 112. Устройство реле давления:

1 — резьбовое отверстие, 2, 9 — седла, 3 — кожух, 4 — мембрана, 5 — шайба, 6, 7 — оси, 8 — рычаг, 10 — пружина, 11, 17, 19 — винты, 12 — корпус, 13 — контакты, 14 — прокладка, 15 — крышка, 16 — микровыключатель, 18 — гайка

На рис. 112 показано реле давления типа Г62-21. Оно предназначено для контроля давления в гидравлических системах. С помощью штуцера и резьбового отверстия 1 реле давления присоединяется к контролируемой линии гидросистемы.

При превышении давления масла в контролируемой системе деформация мембраны от давления на нее масла через шайбу 5 передается на рычаг 8, заставляя его поворачиваться вокруг оси 7. При повороте рычага укрепленный на нем винт 17 воздействует на штифт микровыключателя 16 и включает его.

При понижении давления пружина 10 через коническое седло 9 воздействует на рычаг и, вращая его в обратном направлении, отжимает винт 17 от штифта микровыключателя, чем обеспечивается его включение. Штифт перемещается на необходимое расстояние для включения и выключения микро-

переключателя винтом 17, который после установки на нужный размер закрепляют гайкой 18.

Пружину настраивают на необходимую величину давления регулирующим винтом 11, положение которого после настройки давления фиксируется через медный штифт винтом 19. Контакты 13 микровыключателя защищены от случайных соприкосновений с корпусом изоляционной прокладкой 14. Винт 17 должен быть установлен так, чтобы запас хода штифта микрореле был больше хода рычага до его упора в корпус, что устраняет пережим штифта и поломку микровыключателя.

Если реле при изменении давления в контролируемой линии не дает команды на соединенный с ним электроаппарат, необходимо проверить: ход рычага и установку винта; пружину микровыключателя.

При появлении наружной течи масла проверяют мембрану и, если она испорчена, ее заменяют мембраной из маслостойкой резины.

§ 5. СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ ГИДРОПРИВОДОВ

При сборке гидроприводов одной из трудоемких операций является притирка деталей. К числу наиболее распространенных деталей, требующих притирки при сборке, относятся золотники, плунжеры и коробки распределительных устройств гидро- и пневмоаппаратуры, пробковые (конические) краны, задвижки арматуры и др.

Большие затруднения вызывает притирка отверстий в корпусах распределительных и золотниковых устройств гидро- и пневмоаппаратуры. Диаметры притираемых отверстий находятся в пределах 12—100 мм. Поверхность перед притиркой должна быть хорошо обработана и иметь шероховатость не ниже $Ra1,25 - Ra0,63$.

Технологический процесс притирки заключается в механическом или химико-механическом удалении частиц металла шлифующими материалами. Для доводки поверхностей применяют притирочные пасты ГОИ.

На рис. 113 показано приспособление, позволяющее механизировать процесс притирки арматуры с использованием для этого сверлильного станка. Специальную головку устанавливают и закрепляют на гильзе 12 шпинделя станка. Обрабатываемую деталь устанавливают в приспособление или непосредственно на столе станка 1 и подъемом стола приводят в соприкосновение с притиром 2. Горизонтальный вал 7 голов-

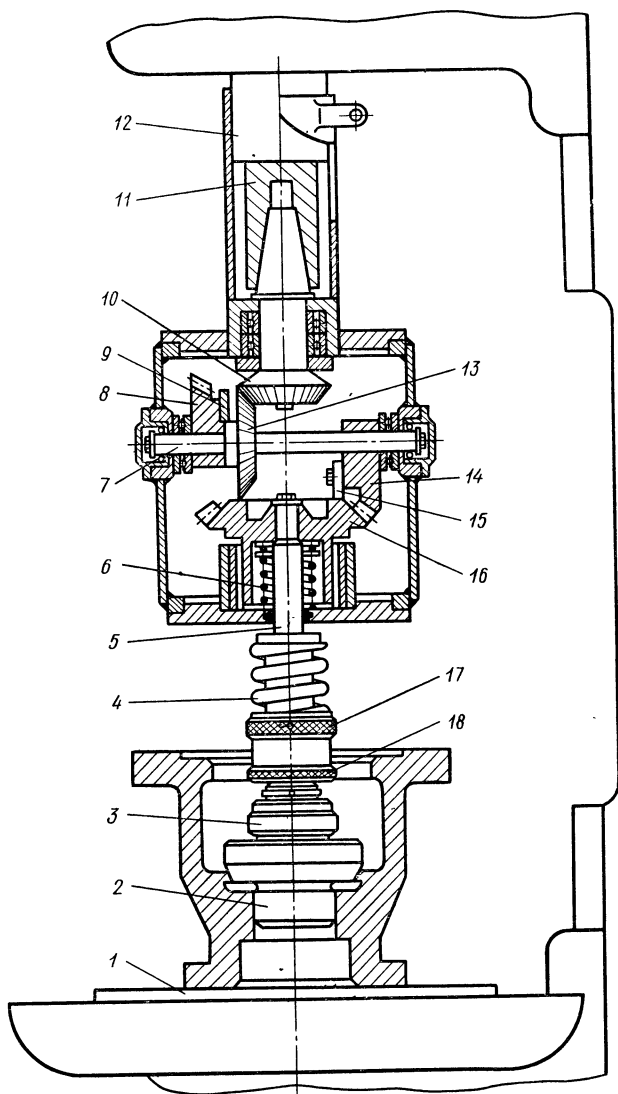


Рис. 113. Устройство головки для притирки деталей на вертикально-сверлильном станке:

1 — стол станка, 2 — притир, 3 — шарнирный патрон, 4, 6 — пружины, 5, 7 — валики, 8, 14 — зубчатые секторы, 9, 15 — кулачки, 10, 13, 16 — конические шестерни, 11 — шпиндель, 12 — гильза шпинделя, 17 — резбовая втулка, 18 — гайка

ки через конические колеса 10 и 13 от шпинделя станка получает вращательное движение.

Конструкция головки обеспечивает возвратно-вращательное движение притира на различные углы поворота, а также периодический его отрыв от притираемой поверхности благодаря пружине 6 в промежутке между зацеплением зубчатых секторов 8, 14. При таких движениях притира выполняется основное условие притирки — неповторяемость следа на притираемой поверхности, что обеспечивает высокое качество обработки.

Силу прижима притира к обрабатываемой поверхности регулируют предварительным сжатием пружины 4 с помощью гайки 18 и резьбовой втулки 17. Головка обеспечивает хорошую работу при 97 об/мин шпинделя, что соответствует 48,5 двойного хода поворота притира в минуту. Притирка считается законченной, когда рабочие поверхности получают ровный матовый цвет.

При изготовлении золотников и втулок применяют хонингование — процесс весьма производительный и высококачественный. Хонингование (хонинг-процесс) — это один из видов тонкого шлифования отверстий и валов. Хонингование производят специальным инструментом — хонем, имеющим возвратно-поступательное и одновременно вращательное движение.

На рис. 114 показана хонинговальная головка. Абразивные бруски 8 приклеены к колодкам 7, которые смонтированы в корпусе 6. Колодки с брусками настраивают на размер с помощью конусов 4 и 1, к которым колодки прижимаются специальными пружинами 3 и 2. Поворотом штурвала вводят головку в отверстие цилиндра, сообщают головке вращение и начинают работать, перемещая вперед и назад.

Головку можно легко приспособить к горизонтально-расточному станку посредством шарнирного соединения 5 с борштангой станка. Скорость головки при обработке стальных цилиндров 40—60 м/мин. Скорость продольного хода 10—12 м/мин. СОЖ — водно-мыльная эмульсия или керосин. Шероховатость поверхности при хонинговании достигается $Ra0,08$ — $Ra0,04$.

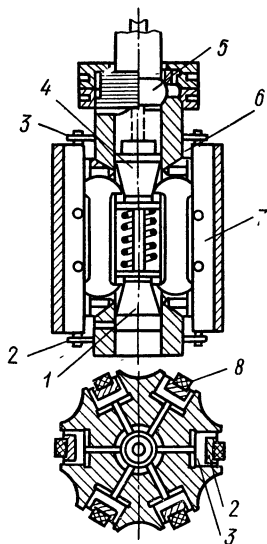


Рис. 114. Устройство хонинговальной головки

Сборка гидроцилиндров, регулирующей и распределительной аппаратуры не составляет особых трудностей. Здесь главная задача — тщательное выполнение резьбовых соединений, аккуратная притирка игл и тарелок клапанов, постановка пружинок строго по чертежу. Собранные клапаны подвергают предварительному испытанию на плотность, для чего собранный клапан ставят на седло рычажного прибора и отмечают давление, при котором под клапаном появляются капельки воды.

Соосность поясков золотников и клапанов должна выдерживаться до 0,01 мм. Конусность и овальность — 0,005—0,01 мм. Неперпендикулярность торцов в ответственных местах допускается до 0,01 мм. Утечки в новых золотниках допускаются до 10 см³/мин при давлении масла 6 МПа и температуре его 323 К (50 °С).

Детали сборочных единиц гидропривода не должны иметь вмятин и забоин. Обнаруженные на сопрягаемых поверхностях крышек, корпусов и чугунных прокладок забоины удаляют шабрением по краске, притиркой на плите или по месту.

При сборке и установке цилиндрико-поршневой группы на место правильность постановки ее проверяют по индикатору от направляющих станины в разных положениях штока поршня, причем сделано это должно быть точно, с учетом возможного изгиба от собственной массы. Затяжка уплотнения должна быть такой, чтобы сила трения поршня и штока преодолевалась давлением жидкости не выше 0,5 МПа.

Вал насоса тщательно центрируют с валом привода. Неточная его установка влечет за собой прогиб, иногда и поломку вала насоса, а также преждевременный износ ряда деталей, приводит к утечкам масла и засасыванию воздуха в систему.

В месте присоединения всасывающего трубопровода к насосу делают надежное уплотнение, чтобы в систему не мог проникнуть воздух. Концы сливных трубопроводов погружают в масло. Слив масла с прохождением струи частично по воздуху не допускается, так как тогда масло увлекает за собой внутрь резервуара воздух.

Контрольно-регулирующая и контрольно-распределительная аппаратура могут быть вмонтированы в гидросистеме по-разному. Например в старых конструкциях станков управляющая аппаратура размещалась на станке произвольно и связывалась между собой маслопроводами. Такая гидросистема представляла собой запутанный узел труб, соединяющих гидроаппаратуру, размещенную на разных участках станка. Монтаж такой системы сложен, неудобен в эксплуатации и при ремонте.

В новых конструкциях станков управление гидросистемой вынесено на панель. Гидропанель представляет собой сборочную единицу, состоящую из нескольких гидравлических аппаратов, смонтированных на общей плите или встроенных в общий корпус. Аппараты между собой в гидропанели соединены беструбным способом — соответствующими каналами и проходами в корпусах и плитах панели. В гидропанель встраивают также (частично) наладочные органы ручного управления и регулирующие аппараты. Соединение аппаратов проходами в корпусе панели повышает надежность соединения и частично устраняют необходимость уплотнений.

Многие гидравлические панели унифицированы и все шире применяются в металлорежущих станках как устройства, управляющие приводом головок агрегатных станков и автоматических линий, для обеспечения последовательного движения двух рабочих органов; регулирования скорости подвода рабочих органов к жесткому упору, подачи импульсов механизмам, работающим в период реверсирования, и т. д.

§ 6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Гидравлические схемы помогают производить наладку системы и выявлять дефекты. Схемы выполняются по правилам, установленным стандартами (ГОСТ 2.780—68 и 2.792—74) и соответствующими стандартами ЕСКД.

В гидравлических схемах станков (и других машин) пользуются условными обозначениями для изображения агрегатов гидросистем: насосов, гидродвигателей и гидроаппаратов, необходимых для осуществления требуемых технологических циклов работы станка.

В период освоения и внедрения утвержденных и вышедших в свет новых стандартов в конструкторской документации будут встречаться два основных вида гидравлических принципиальных схем, отличающихся условными обозначениями.

Функциональные гидравлические схемы, т. е. схемы с символическими условными графическими изображениями, показывающими только функциональное назначение каждого аппарата, но не раскрывающими конструктивные подробности устройства (рис. 115, а).

Принципиальные гидравлические схемы — это схемы с подробным обозначением устройства гидравлических аппаратов (рис. 115, б).

Некоторые условные обозначения, применяющиеся на схемах гидрофицированных станков, приведены в Приложении.

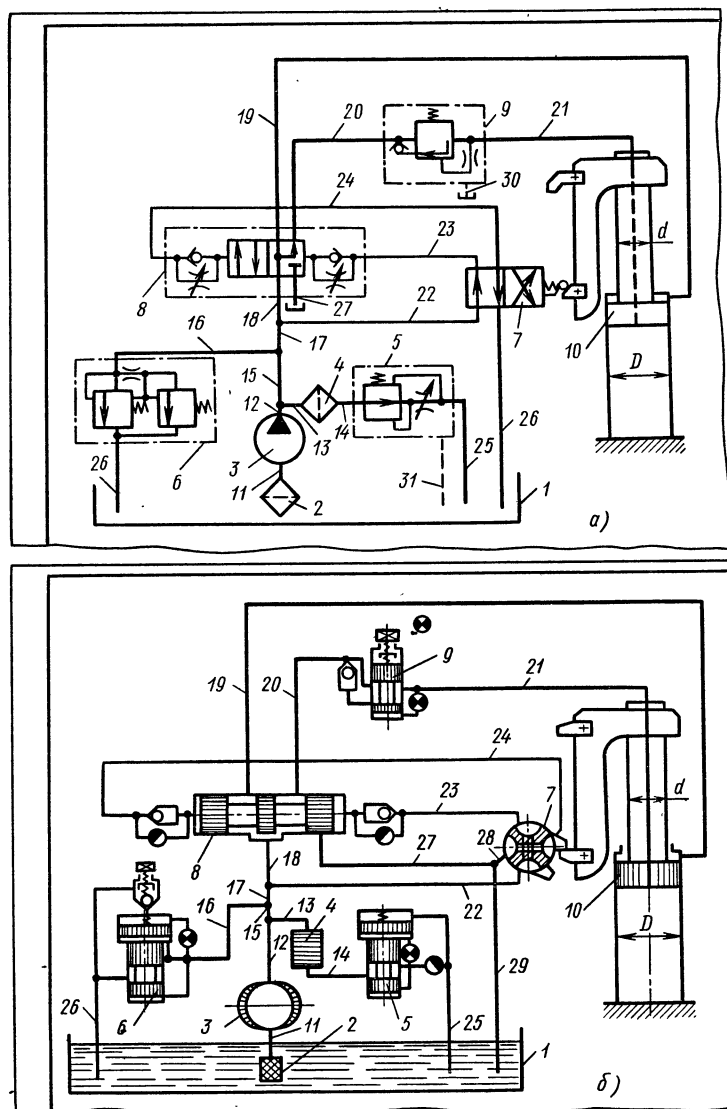


Рис. 115. Принципиальная гидравлическая схема:

a — вариант с символическими графическими условными обозначениями, *б* — вариант с конструктивными обозначениями; 1 — бак, 2 — фильтр сетчатый, 3 — насос лопастной, 4 — фильтр тонкой очистки, 5 — дроссель с регулятором, 6 — клапан предохранительный, 7 — кран управления, 8 — золотник реверсивный, 9 — золотник напорный, 10 — гидроцилиндр, 11–24 — линии связи, 25–29 — линии слива, 30–31 — линии дренажа

Помимо условных изображений принципиальные гидравлические схемы станков содержат технические данные насосов: модель, производительность, давление, частоту вращения и мощность электродвигателя привода, а для регулируемых насосов — пределы производительности. В технических данных гидроаппаратов указывают присоединительные резьбы, условные проходы, давления и допускаемые расходы жидкости.

На рис. 115 дана принципиальная гидравлическая схема для возвратно-поступательного движения рабочего органа хонинговальной головки шлифовального станка. Для сравнения схема вычерчена по стандартам ЕСКД на основе функциональных условных графических обозначений (рис. 115, а) и на основе упрощенных конструктивных изображений (рис. 115, б).

Минеральное масло из бака 1 через приемный сетчатый фильтр 2 всасывается в гидросистему лопастным насосом 3. Для поддержания постоянного давления и для предохранения гидросистемы от перегрузки после насоса имеется предохранительный клапан 6. Пластинчатый фильтр 4 предназначен для очистки масла. Поток жидкости, идущий от насоса, разветвляется по двум направлениям: к цилиндру и через дроссель с регулятором 4 в бак 1. При полном перекрытии регулятора скорость поршня будет максимальной. По мере открытия проходного сечения в регуляторе часть жидкости отводится в бак, а при полном открытии дросселя вся жидкость, нагнетаемая насосом, поступит в бак — движение поршня прекратится.

Для реверсирования силового потока жидкости и для дифференциального способа подключения цилиндра применен двухпозиционный золотник 8 с открытым центром при левом крайнем (по схеме) его положении. В рассматриваемом варианте цилиндро-поршневая группа 10 расположена вертикально, поэтому с целью устранения самопроизвольного опускания поршня и связанного с ним рабочего органа, к полости цилиндра подсоединен напорный золотник с обратным клапаном, который пропускает жидкость из поршневой полости только тогда, когда давление в ней превысит усилие настройки пружины напорного золотника.

Контрольные вопросы

1. В каких машинах (станках) применяют гидроприводы?
2. Как устроен шестеренчатый насос?
3. С какой целью ставят контрольно-регулирующие устройства в гидросистемах?
4. Какие уплотнители ставят в гидросистемах?
5. Расскажите о механизации притирочных работ.

Глава X

ЭЛЕМЕНТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СЖАТОМ ВОЗДУХЕ

Пневматические системы управления и приводы нашли широкое применение при механизации и автоматизации производственных процессов в различных отраслях машиностроения.

Рабочим телом в пневматических системах управления является сжатый воздух, представляющий собой механическую смесь азота и кислорода (по объему примерно 78 и 21% соответственно) и других газов, содержащихся в небольших количествах (аргон, углекислый газ и т. д.), а также водяного пара.

Воздух, содержащий водяные пары, называется влажным воздухом и характеризуется абсолютной и относительной влажностью. Абсолютная влажность определяется количеством водяного пара в единице объема воздуха. Отношение абсолютной влажности к максимальному количеству пара, которое могло бы содержаться в единице объема при тех же температуре и давлении, называется относительной влажностью.

Основными и наиболее распространенными параметрами, характеризующими состояние сжатого воздуха, являются температура, давление и плотность.

Давление представляет собой силу, действующую по нормали на поверхность тела и отнесенную к единице площади этой поверхности.

Нормальным атмосферным давлением условно принято считать давление, которое уравнивается столбом ртути высотой 760 мм, что соответствует среднему давлению атмосферы на высоте уровня моря. В технике за единицу принята техническая атмосфера, равная давлению силы в 1 кгс на площадь в 1 см², что соответствует 0,1 МПа.

§ 2. КОМПРЕССОРЫ

Для питания сжатым воздухом пневматических систем используют компрессоры. По конструкции и принципу действия различают компрессоры поршневые, ротационные и центробежные. По применению компрессоры могут быть стационарные, установленные на неподвижном фундаменте или раме; передвижные, установленные на транспортные средства (автоприцепы, локомотивы, специальные тележки и др.).

На отечественных предприятиях применяют преимуще-

ственно поршневые и центробежные компрессоры, вырабатывающие сжатый воздух давлением от 0,5 до 1 МПа и производительностью 100 м³/мин.

По принципу работы и чередованию процессов всасывания и нагнетания поршневые компрессоры ничем не отличаются от поршневых насосов. В поршневых насосах при нагнетательном ходе поршня (ввиду несжимаемости жидкости) сразу же начинается выталкивание жидкости через нагнетательный клапан, а в поршневом компрессоре при нагнетательном ходе поршня воздух сначала сжимается, а затем выталкивается поршнем через нагнетательный клапан.

На рис. 116 даны схемы устройств компрессоров. В качестве примера рассмотрим работу одноступенчатого компрессора одностороннего действия. Этот компрессор (рис. 116, а, б) имеет открытый с одного конца цилиндр 1, в котором движется поршень 2, приводимый в действие от кривошипного механизма и совершающий возвратно-поступательное движение. В левой

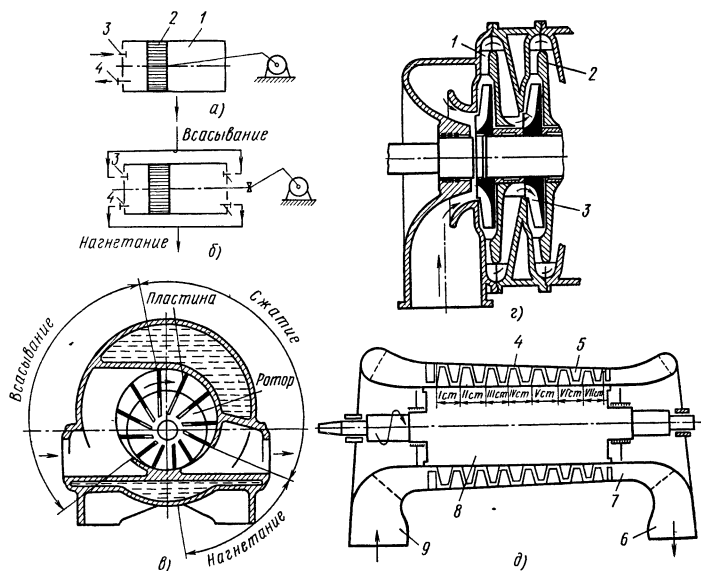


Рис. 116. Схемы устройства компрессоров:

а — поршневого одностороннего действия одноступенчатого, б — поршневого двустороннего действия одноступенчатого, в — ротационного (пластинчатый); г — ступенчатого центробежного, д — многоступенчатого осевого; 1, 7 — диффузоры, 2 — лопатка, 3, 4 — полости, 5 — направляющие аппараты, 6 — выходной патрубок, 8 — ротор, 9 — входной патрубок

крышке размещены всасывающий клапан 3, открывающийся в сторону поршня, и нагнетательный клапан 4, открывающийся в сторону нагнетательного трубопровода.

При движении поршня вправо в пространстве между крышкой и поршнем создается разрежение, вследствие чего под действием атмосферного давления всасывающий клапан 3 поднимается и, открывая клапанное отверстие, впускает воздух в цилиндр. Когда поршень достигает крайнего правого положения, клапан под действием пружины опускается на свое седло и закрывает отверстие, в результате чего воздух прекращает поступать в цилиндр. В течение всего периода всасывания отверстие нагнетательного клапана остается закрытым.

При движении поршня влево воздух, находящийся в цилиндре, сжимается до тех пор, пока давление в цилиндре не достигнет величины, достаточной для преодоления сопротивления специально отрегулированной пружины нагнетательного клапана. По достижении этого давления нагнетательный клапан 4 поднимается и сжатый воздух выталкивается из цилиндра в нагнетательный трубопровод. Заметим, что сжатый воздух, выталкиваемый поршнем из цилиндра, преодолевает кроме жесткости пружины и давление воздуха в нагнетательном трубопроводе.

Совокупность описанных выше процессов называется циклом работы компрессора. Полный цикл работы компрессора простого действия происходит, таким образом, за два хода поршня (вперед и обратно), т. е. за один оборот приводного вала.

На рис. 116, в, г, д показаны ротационный, ступенчатый центробежный и многоступенчатый осевой компрессоры.

§ 3. ВОЗДУХОСБОРНИКИ, ВОЗДУХОПРОВОДЫ, СОЕДИНЕНИЯ

Воздухосборники (ресиверы) устанавливаются обычно между компрессором и воздухопроводной сетью и служат для сглаживания пульсации потока, поступающего из компрессора, создания запаса сжатого воздуха для использования в моменты пиковых нагрузок, для отделения воды и масла, содержащихся в сжатом воздухе, а также для обслуживания системы автоматического регулирования производительности компрессора.

Воздухосборники особенно необходимы для поршневых компрессоров, у которых выходной поток сжатого воздуха имеет большую пульсацию. Воздухосборники могут быть вертикального и горизонтального исполнения. Шире применяют

вертикальные, так как они занимают меньшую площадь и более эффективно удаляют загрязнения.

Для лучшей сепарации масла и влаги обычно ввод воздуха в воздухохоборник (рис. 117) делается в средней его части (при этом входной трубопровод внутри сборника загибается книзу), а вывод — в верхней части. Внутри воздухохоборника устанавливаются перегородки или отбойные щиты, изменяющие направление движения воздуха.

Объем воздухохоборника определяется в зависимости от типа и производительности компрессора, допускаемого колебания давления в ресивере, способа регулирования производительности компрессорной установки и характеристики потребителя.

Для передачи сжатого воздуха от компрессора к месту потребления и между различными элементами привода применяются воздухопроводы. В пневмосистемах применяют как жесткие, например металлические, так и эластичные воздухопроводы.

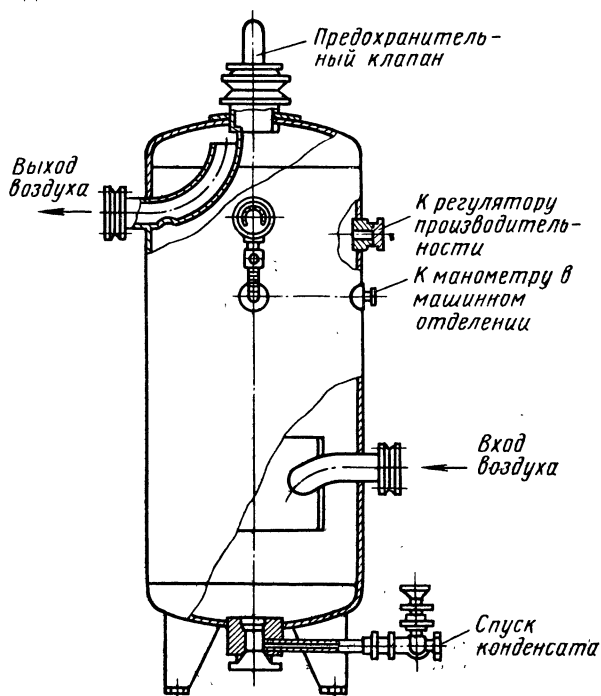


Рис. 117. Общий вид воздухохоборника

Соединения воздухопроводов, применяемые в пневматических системах, разделяются на две группы: неразъемные и разъемные. Трубопроводы и их соединения изготавливаются согласно ТУ.

§ 4. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД

При автоматизации широко используют пневматический привод. Питание его осуществляется от сети сжатого воздуха, благодаря чему отпадает необходимость в индивидуальных компрессорах и их приводах. Пневмопривод состоит из пневмодвигателя и различной аппаратуры (для подготовки воздуха, регулирования его давления и расхода, для изменения направления потока воздуха).

Пневмодвигатели для поступательного перемещения рабочих органов выполняются в виде силовых цилиндров. Они различаются по конструкции (поршневые и диафрагменные), принципу действия (двустороннего и одностороннего действия) и способу закрепления (стационарные, качающиеся и вращающиеся).

В зависимости от характера применения поршневые цилиндры можно подразделить на зажимные, обеспечивающие передачу усилия после завершения хода поршня, и транспортирующие, развивающие требуемое усилие на всем пути перемещения поршня.

Силовые цилиндры обычно выполняются в виде отдельной сборочной единицы. Иногда они встраиваются в корпус какого-либо механизма автомата, что позволяет получить большую компактность.

Наиболее распространенные пневмоприводы (пневмодвигатели) показаны на рис. 118. Поршневые двигатели одностороннего (рис. 118, а) и двустороннего (рис. 118, б) действия применяют главным образом для того, чтобы рабочему органу сообщить перемещение на значительную величину. Прямой ход в односторонних двигателях выполняется под действием сжатого воздуха, а обратный, — под действием пружины. В двигателях выполняется под действием сжатого воздуха, а обратный — под действием пружины. В двигателях двустороннего действия и прямой, и обратный ходы совершаются под действием сжатого воздуха.

Пневмодвигатели диафрагменного типа (рис. 118, в) имеют резиновую диафрагму D , закрепляемую по наружному диаметру в корпусе (с помощью крышки), а по внутреннему диаметру — на поршне. Диафрагма изготавливается из резины с тканевыми прослойками. В пневмодвигателях диафрагменного

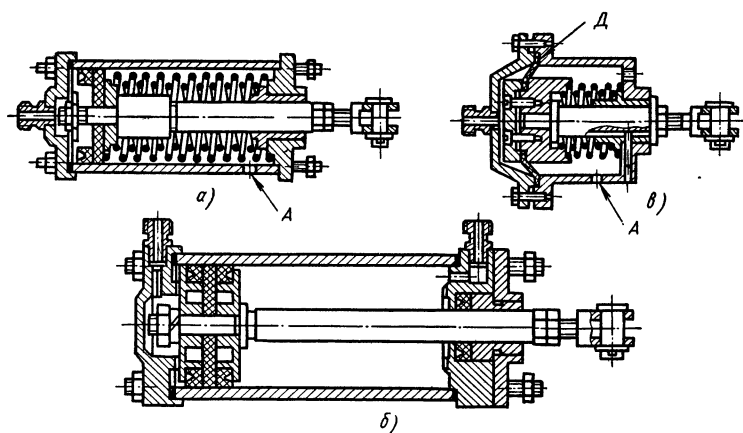


Рис. 118. Пневмоприводы:

а — поршневой одностороннего действия, *б* — поршневой двустороннего действия, *в* — диафрагменный

типа так же, как и в поршневых, прямой ход совершается под действием сжатого воздуха, а обратный (в зависимости от принципа действия) — с помощью пружины в двигателях одностороннего действия (см. рис. 118, *а*) и под действием сжатого воздуха в пневматических двигателях двустороннего действия.

При необходимости обеспечения больших величин ходов, изменения направления ходов или величины усилия пневмодвигателя применяются механические передаточные механизмы (рис. 119).

Монтаж и эксплуатация. При монтаже цилиндров обеспечивают совпадение направления действия усилия с осью штока на всем пути движения штока. Для исключения ударов поршня о крышку величину рабочего хода принимают менее величины полного хода поршня.

Для цилиндров, перемещающих поступательно движущиеся сборочные единицы, параллельность оси штока и направление перемещения сборочных единиц не должна превышать 0,05 на 1000 мм. Для их установки и монтажной конструкции должны быть предусмотрены соответствующие базы.

Соединение штока с приводом желательно осуществлять через шарнир.

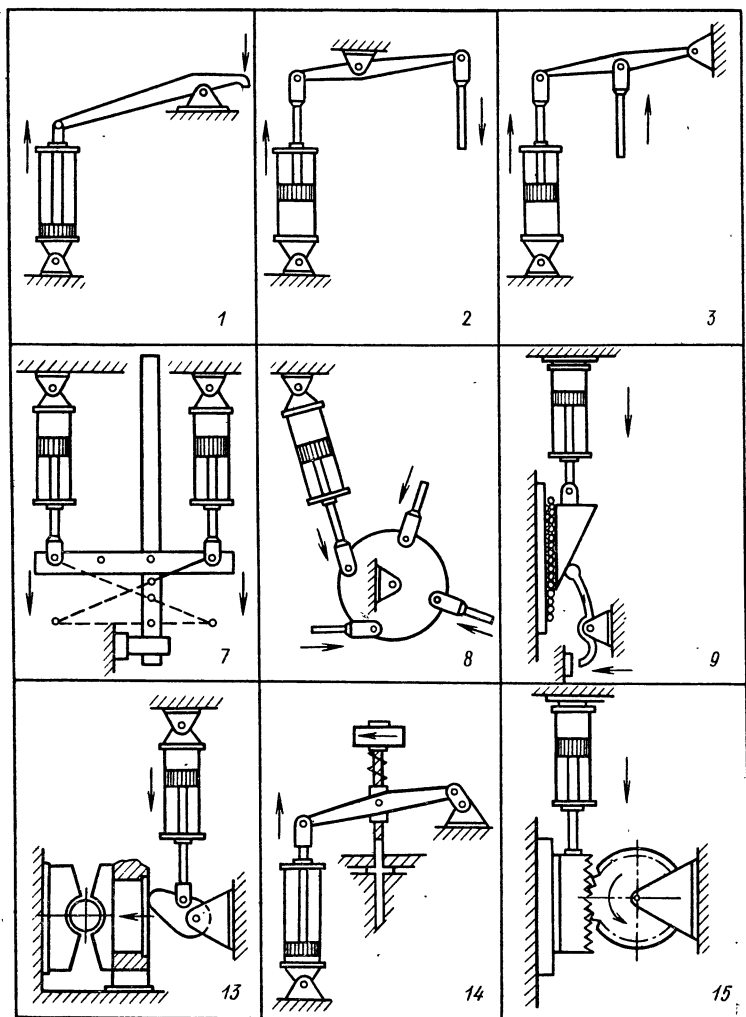
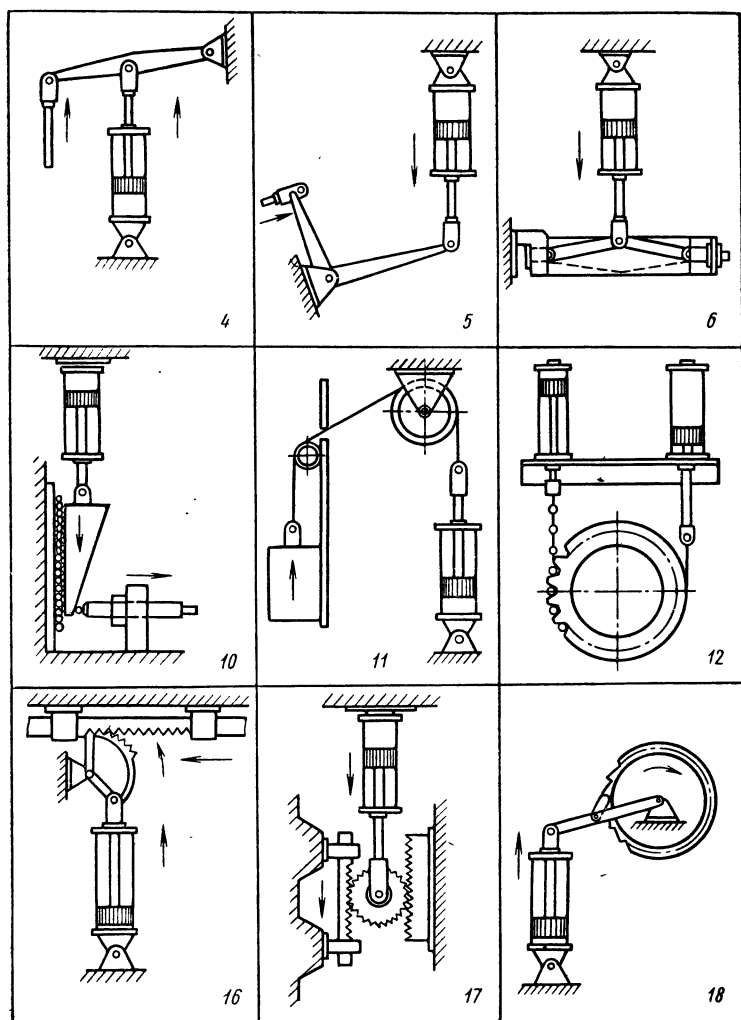


Рис. 119. Схемы применения пневмоцилиндров с различными передаточными механизмами:

1—8 — рычажными, 9—10 — клиновыми, 11—12 — канатными (цепными), 13 — кулачковым, 14 — винтовым, 15—17 — реечным, 18 — храповым



§ 5. АППАРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ВОЗДУХА

Одним из основных средств повышения надежности и долговечности пневматических устройств и систем является очистка сжатого воздуха от загрязнений и качественная смазка трущихся поверхностей. Для этих целей служат фильтры-влажнители и маслораспылители.

Фильтры-влажнители в воздушной магистрали ставятся впереди всех аппаратов, пневмосистемы. Их установка обязательна перед автоматом с пневмоприводом.

Наибольшее распространение имеют фильтры-влажнители типов В41-13 и В41-14 (рис. 120, а). Они позволяют отделять находящиеся в сжатом воздухе твердые частицы величиной 0,05 мм и более, частицы воды и компрессорного масла. Подвод сжатого воздуха осуществляется через отверстие *П*. Далее воздух проходит через щели-отражатели 3 в полость стакана 2. Частицы воды под действием центробежных сил отбрасываются на стенки этого стакана, где собираются в капли, а затем стекают вниз в спокойную зону, отделенную от остальной части стакана заслонкой 1.

Осушенный воздух проходит через металлокерамический фильтр 4, очищается от механических примесей и поступает к выходному отверстию *О*. Вместе с конденсатом удаляются и металлические примеси, задержанные металлокерамическим фильтром. Прозрачный материал стакана 2 позволяет следить за количеством конденсата воды и производить своевременный спуск ее через запорный клапан 5.

Маслораспылители вносят в сжатый воздух тонко распыленное масло для смазки трущихся поверхностей пневматических устройств. Ниже рассмотрена работа маслораспылителей типов В44-23 и В44-24 (рис. 120, б). Сжатый воздух подводится к отверстию *П*. Через маслораспылитель воздух идет двумя путями: основной поток направляется через щели *е* к выходному отверстию *О*, а остальная часть проходит последовательно через каналы *а*, *б* и *в*. Когда дроссель открыт полностью, давление в резервуаре *б* и в полости *К* одинаково и масло из трубки 11 не капает. При частично закрытом дросселе 10 давление в полости *К* становится меньше, чем в полости резервуара *б*, вследствие чего масло поднимается по трубке 8, отжимает шарик 9 от седла втулки, попадает в трубку 11 и капает в полость *К*.

Так как в зоне *Р* распылителя (после кольцевой щели) происходит местное понижение давления, то масло, капающее из трубки 11, проходит через отверстие в распылителе 7 и распыляется в потоке сжатого воздуха. Тяжелые частицы задерживаются на поверхности масла в резервуаре *б*, а легкие вследствие местного понижения давления в зоне *г* (после щели *е*) вместе с потоком воздуха через канал *в* проходят к выходному отверстию *О*. Попадая в основной поток воздуха, масло подвергается вторичному распылению и в пневмосистему поступает в виде мельчайших частиц.

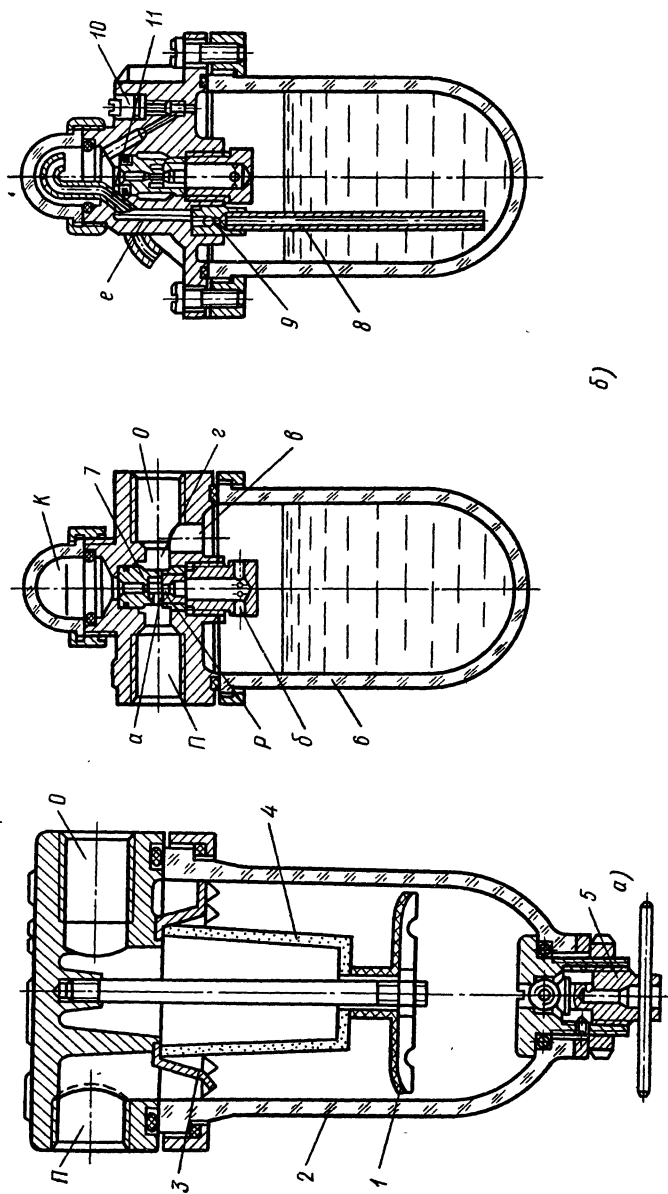


Рис. 120. Аппаратура для подготовки воздуха:

а - фильтр-влажнитель, б - маслоотсеплитель, П - подвод питания, О - единственный выход

Следует учитывать, что использование в цехе большого количества маслораспылителей приводит к дополнительному загрязнению воздуха, поэтому устанавливать их следует только при необходимости в сложных системах с пневматической аппаратурой, требующей хорошей смазки.

Поршневые пневмодвигатели с ходом до 100 мм исправно работают и при отсутствии в сети маслораспылителей. При диафрагменных и камерных пневмодвигателях распылители не применяют, так как масло способствует разложению резины.

Регулирующая аппаратура выполняет в основном две функции — регулирует и поддерживает на заданном уровне давление воздуха и регулирует расход воздуха в единицу времени. Эти функции осуществляют соответственно регуляторы (стабилизаторы) давления и дроссели.

Регуляторы давления предназначены для понижения давления сжатого воздуха и автоматического поддержания его на заданном уровне. На рис. 121, а показан регулятор давления типа В57-13. Здесь сжатый воздух подводится к отверстию П. Если пружина 2 не сжата винтом 3, то клапан 6 с прокладкой 1 под действием пружины 7 прижат к седлу и сжатый воздух из полости П не может проходить к отводному отверстию О. Вращением винта 3 можно сжать пружину 2 настолько, что она че-

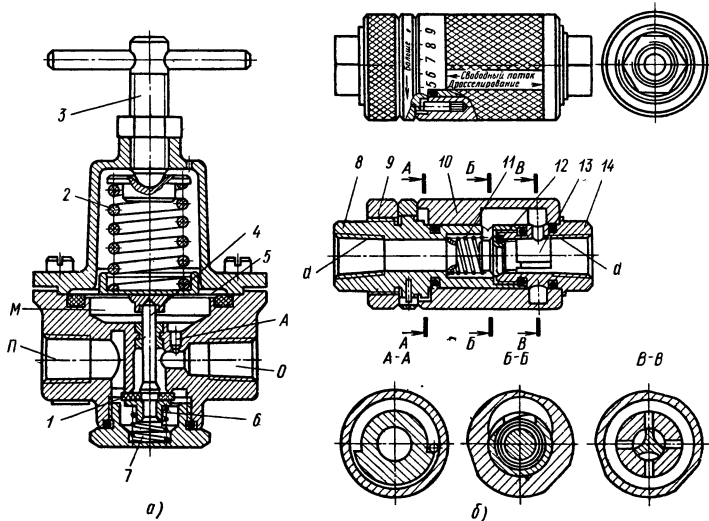


Рис. 121. Регулирующая аппаратура:

а — регулятор давления, б — дроссель

рез шток 4 отождмет клапан 6 с прокладкой 1 от седла и образует кольцевую щель, через которую сжатый воздух пойдет в полость *O*, при этом часть воздушного потока через отверстие *A* пройдет в полость *M* и будет оказывать давление на мембрану 5 и пружину 2. В зависимости от степени сжатия этой пружины винтом 3 и фактически образующегося давления воздуха в полости *M* мембрана 5 займет определенное положение, которому будут соответствовать определенная ширина кольцевой щели и давление воздуха на выходе из регулятора.

Путем настройки пружины 2 с помощью винта 3 можно получить желаемое давление воздуха на выходе. Величина этого давления будет поддерживаться автоматически следующим образом. Допустим, что расход воздуха увеличился. Это приведет к падению давления в полостях *O* и *M*. При этом пружина 2 прогнет мембрану 5, откроет клапан шире и даст возможность большему потоку воздуха поступать в полости *O* и *M*, что немедленно приведет к увеличению давления на выходе до уровня, на который настроен регулятор установкой винта 3. Давление воздуха сети обычно колеблется от 0,4 до 0,6 МПа. На выходе из регулятора в зависимости от его типа можно получить стабильное давление воздуха желаемой величины — от 0,5 до 0,6 МПа.

Дроссели предназначены для регулирования расхода воздуха. Часто они выполняются в сочетании с обратным клапаном. Дроссели с обратным клапаном (рис. 121, б) позволяют регулировать расход воздуха в одном направлении и обеспечивают свободный проход его в обратном направлении.

Слабая пружина 11 прижимает клапан 13 с круглым уплотнительным кольцом 12 к коническому седлу в штуцере 14. При подводе сжатого воздуха к правому отверстию дросселя (в штуцере 14) клапан 13 отжимается от седла и пропускает воздух к левому отверстию *d*. При подводе воздуха к этому отверстию дросселя (в корпусе 8), т. е. при изменении направления потока, клапан 13 с кольцом 12 прижимается к седлу усилием пружины 11 и давлением сжатого воздуха, который теперь проходит через окно в корпусе 8, эксцентричную выточку и кольцевую проточку в гильзе 10, а затем через четыре отверстия в штуцере 14 к правому отверстию *d* дросселя.

Расход сжатого воздуха зависит от взаимного расположения окна в корпусе 8 и эксцентричной выточки в гильзе. Регулируется он поворотом гильзы 10 относительно корпуса 8. Положение гильзы закрепляется гайкой 9. Для более плавного регулирования расхода воздуха при малом проходном сечении на корпусе 8 сделана прорезь треугольного сечения (усик).

Наряду с дросселями для регулирования расхода воздуха применяют и тормозные золотники, позволяющие затормозить движение штока цилиндра в любом месте его пути. Достигается это благодаря воздействию упора, связанного с рабочим органом, на подвижный плунжер золотника, при этом изменяется дросселирование потока воздуха. Желаемая плавность и продолжительность торможения достигаются выбором соответствующего профиля упора.

Распределительная аппаратура предназначена для изменения направления потока воздуха в пневматических приводах. Воздухораспределители бывают двух-, трех-, четырех- и пятиходовые. Все они двухпозиционные. Для систем с автоматическим управлением применяют воздухораспределители как с путевым управлением (переключение с помощью упоров), так и с пневматическим и электрическим. Последние выполняются с двусторонним и односторонним управлением и с пружинным возвратом клапана (золотника). Воздухораспределители с путевым управлением изготавливаются только с односторонним управлением и пружинным возвратом клапана.

На рис. 122 показан трехходовой воздухораспределитель типа В76-21 с путевым управлением и пружинным возвратом клапана 6. Сжатый воздух подводится к отверстию П. Когда ролик 1 не находится под воздействием соответствующего упора (на рисунке не показан), толкатель 3 под действием пружины 8 располагается в крайнем левом положении. Усилием пружины 6 и давлением сжатого воздуха клапан 5 с резиновой прокладкой 4 в это время прижат к седлу втулки 7, при этом перекрывается проход сжатого воздуха из отверстия П к отверстию О, связанному с атмосферой через полость А, отверстие Б, полость В и отверстие Г.

При воздействии упора на ролик 1 рычаг 2 поворачивается по часовой стрелке и перемещает толкатель 3 вправо. Толкатель вначале упирается своим торцом в резиновую прокладку

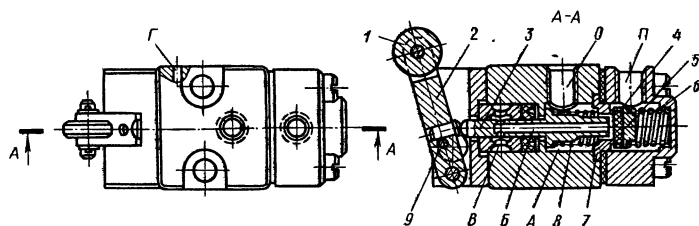


Рис. 122. Устройство трехходового воздухораспределителя В76-21 с путевым управлением

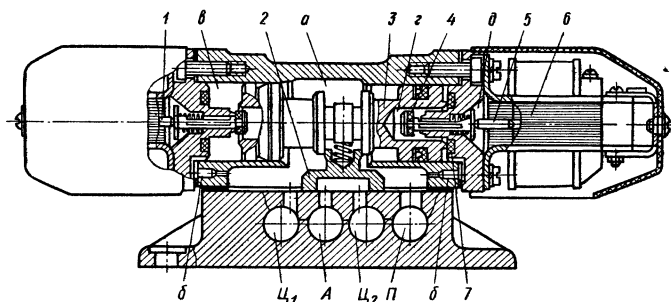


Рис. 123. Устройство двухпозиционного четырехлинейного пневмораспределителя с двусторонним управлением

4 и перекрывает связь отверстия *О* с атмосферой, а при дальнейшем движении отжимает прокладку 4 с клапаном 5 от седла и открывает проход сжатому воздуху от отверстия *П* к отверстию *О*. Штифт 9 ограничивает ход рычага 2.

На рис. 123 изображено устройство двухпозиционного четырехлинейного пневмораспределителя с двусторонним электропневматическим управлением. Оно предназначено для изменения направления потоков воздуха в пневматических приводах. Изготавливают два исполнения пневмораспределителей: БВ64-1 — с резьбовым соединением, ПБВ64-1 — со стыковым присоединением.

Сжатый воздух подводится (см. рис. 123) через отверстие *П* к внутренней полости *а* и далее через дроссельное отверстие *б* поступает в полости *в* и *г* под торцы поршня 3. Положение поршня с плоским золотником определяется состоянием клапанов, управляемых электромагнитами 6 и 1.

На рисунке правый электромагнит 6 включен, а левый электромагнит 1 выключен. При включении якорь электромагнита 6 нажимает на стержень 5 клапана управления 4, который отодвигается влево и выпускает в атмосферу из полости *г* сжатый воздух через отверстие *б*. Это вызывает уменьшение давления в полости *г*, перемещение поршня 3 с золотником 2 в правое положение и соединение отверстия *ц₁* с отверстием *П*, а *ц₂* — с *А*. Поршень 3 кольцевым выступом упирается в резиновый вкладыш 7 и закрывает выход сжатому воздуху через отверстие *д* в атмосферу в течение всего времени, пока электромагнит включен.

При выключении электромагнита клапан 4 возвращается в исходное положение. Если включить левый электромагнит 1, то аналогичным образом полость *в* соединится с атмосферой,

поршень с золотником переместится влево, соединив отверстия Π_2 с Π , а Π_1 — с A .

Пневмораспределители устанавливаются на обработанную плоскость и закрепляются четырьмя винтами. При монтаже пневмораспределителя необходимо обеспечить горизонтальное положение его продольной оси во избежание самопроизвольного перемещения поршня с золотником при отсутствии давления.

Пневмораспределители типа БВ64-1 присоединяются к пневмосистеме с помощью четырех резьбовых отверстий согласно их назначению. Пневмораспределители типа ПБВ64-1 для присоединения к пневмосистеме имеют четыре отверстия, расположенные в плоскости основания и уплотняемые резиновыми кольцами, находящимися в цековках (углублениях).

В кожухах электромагнитов со стороны их крепления имеются отверстия для переключения пневмораспределителя вручную при обесточенных электромагнитах путем введения в эти отверстия стержня диаметром ≤ 5 мм и воздействия на якорь управляющего электромагнита.

§ 6. ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД

В пневмогидравлическом приводе сжатый воздух используется в качестве энергоносителя, а жидкость — стабилизатора скорости, что позволяет сочетать преимущества пневматического и гидравлического приводов.

На рис. 124, а приведена наиболее простая схема пневмогидравлического привода. Давление сжатого воздуха здесь передается непосредственно на поверхность жидкости, находящейся в закрытом резервуаре 1 (2). Сжатый воздух поочередно передается в резервуары 1 и 2. Когда он подан в левый резервуар 1, правый 2 связан с атмосферой, при этом жидкость под давлением подается в левую полость гидроцилиндра 3, а его

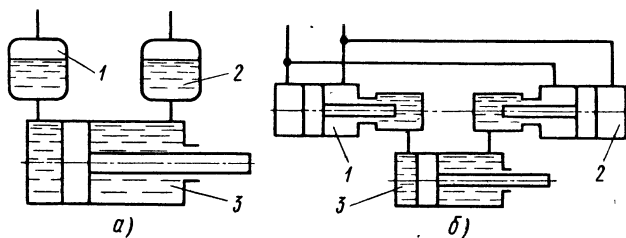


Рис. 124. Схемы простого пневмогидравлического привода (а) и пневмогидроусилителя (б)

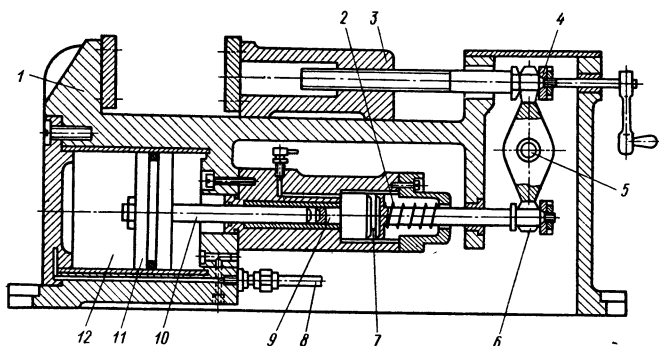


Рис. 125. Пневмогидравлические тиски

поршень перемещается вправо и вытесняет жидкость из правой полости гидроцилиндра в правый резервуар 2. Направление движения поршня гидроцилиндра 3 обеспечивается распределением подачи сжатого воздуха в резервуары 1 и 2.

Для повышения давления жидкости используют пневмогидроусилители 1 и 2 (рис. 124, 6). Давление жидкости P_M в них увеличивается в сравнении с давлением воздуха P_B в $(D/d)^2$ раз, где D — диаметр поршня, а d — диаметр штока пневмогидроусилителя.

Таким образом, $P_M = (D/d)^2 P_B$.

Поочередно подавая в пневмогидроусилители 1 и 2 сжатый воздух, можно перемещать поршень гидроцилиндра 3. При подаче воздуха в левый пневмогидроусилитель 1 масло под давлением будет поступать в левую полость гидроцилиндра 3 и перемещать поршень вправо, при этом из правой полости масло будет вытесняться беспрепятственно, так как в это время правый пневмогидроусилитель 2 будет связан с атмосферой.

Пневмогидравлические тиски (рис. 125) обеспечивают усилие зажима 100 кН (10 тс). В корпус 1, выполненный заодно с неподвижной губкой, встроен пневмогидравлический привод. Пневмоцилиндр 12 привода смонтирован в расточке самого корпуса. В цилиндре перемещается поршень 11, а шток-плунжер 10, связанный с поршнем, перемещается в масляном цилиндре 9. Сжатый воздух от распределительного крана через трубопровод 8, штуцер и отверстие в корпусе и крышке поступает в рабочую полость воздушного цилиндра. Поршень 11 начинает перемещаться вправо, а связанный с ним шток-плунжер 10, сжимая масло в масляном цилиндре 9, передает давление масла рабочему поршню 7. Шток рабочего поршня посредством

рычага 6 на оси 5 и винта 4 передает усилие зажима подвижной губке 3, которая перемещается влево (направление здесь изменил рычаг).

Отвод губки в исходное положение осуществляется перемещением воздушного поршня влево под действием сжатого воздуха, а также пружины 2. Перемещение подвижной губки на требуемый размер (установка и предварительный зажим) производят вручную рукояткой.

Пневмогидравлические приводы проще гидравлических и вместе с тем обладают преимуществом последних — обеспечивают постоянство хода при изменении нагрузки. Благодаря этому они применяются и для осуществления рабочих ходов. Пневмогидравлические приводы широко используются в агрегатных станках, а также при модернизации оборудования с целью его автоматизации.

Выполнение пневматических схем производится в соответствии с ГОСТ 2.701—68 и 2.704—68. Так как пневмоцилиндры и значительная часть пневматической аппаратуры имеют одинаковое назначение с соответствующими элементами гидравлических систем, ГОСТ 2.780—68, 2.781—68, 2.782—68 и 2.784—70, для них установлены единые условные графические обозначения в схемах (см. Приложение).

§ 7. СБОРКА, МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Сборочные единицы для пневматических устройств имеют много общего с гидравлическими устройствами, сборка которых рассмотрена в предыдущей главе. Надежная и долговечная работа пневмоустройств может быть обеспечена при условии правильного монтажа и эксплуатации. При монтаже должны быть предусмотрены меры, исключающие возможность повреждения устройств пневмопривода и обеспечивающие защиту их от внесения загрязнений во внутренние полости.

Места установки устройств пневмопривода должны быть доступны для обслуживания при эксплуатации. Расположение устройств должно обеспечивать минимальное влияние внешних загрязнений на их работоспособность. Например, пневмораспределители с механическим управлением рекомендуется располагать приводом вниз, что значительно уменьшает возможность попадания загрязнений и, следовательно, увеличивает надежность. Пневмоустройства (исключая фильтры-влагоотделители, маслораспылители и некоторые типы пневмораспределителей) допускают монтаж в любом положении.

Для сокращения потерь сжатого воздуха и повышения быстродействия привода, пневмораспределители устанавливают ближе к пневматическому исполнительному устройству. Распределители с двусторонним управлением располагают так, чтобы перемещение золотника было горизонтальным. Монтировать пневмоустройства следует таким образом, чтобы направление потока сжатого воздуха совпало со стрелкой на корпусе устройства.

Монтаж воздухопроводов должен обеспечивать: прочность и плотность труб, их соединений между собой и присоединений к арматуре и устройствам; надежность закрепления труб на опорных конструкциях; возможность удаления влаги из воздухопроводов; продувку и промывку их.

Воздухопроводы прокладывают по кратчайшим расстояниям между соединяемыми устройствами и машинами в местах, доступных для монтажа и обслуживания с минимальным количеством поворотов и пересечений, в местах без резких колебаний температуры окружающей среды, не подверженных сильному нагреванию и охлаждению, возможно дальше от электрооборудования.

Трубопровод при монтаже должен свободно без боковых и осевых усилий соединяться с арматурой, не меняя при этом ни своей конфигурации, ни первоначального положения в свободном состоянии. Крепят воздухопроводы к жестким элементам конструкции.

В целях исключения скопления воды, масла и грязи при монтаже воздухопроводов не допускают образования впадин. Если образование впадин избежать нельзя, то в наиболее низких местах устанавливают устройства для удаления конденсата.

Во избежание обводнения и засорения магистральные воздухопроводы укладывают с уклоном 0,003—0,005 в сторону движения воздуха. Отводы от магистрального воздухопровода располагают сверху, что значительно уменьшает возможность попадания конденсата к потребителю.

При монтаже на воздухопроводах различных устройств (клапанов, задвижек и т. п.) возле них устанавливают опоры (скобы, кронштейны).

В процессе эксплуатации пневмосистем необходимо обеспечить:

контроль содержания загрязнений в сжатом воздухе на соответствие классам загрязненности по ГОСТ 17433—80;

своевременное удаление загрязнений из резервуаров аппаратуры подготовки воздуха (фильтров, маслораспылителей),

а также замену или очистку загрязненных фильтрующих элементов;

контроль за работой устройств для внесения смазки; проверку герметичности соединений воздухопроводов и уплотнительных устройств не реже одного раза в месяц. Течи устраняют только после полного сброса давления.

Контрольные вопросы

1. На какие типы разделяются компрессоры?
2. Какие устройства применяют для очистки воздуха?
3. Для чего предназначены пневмораспределители?
4. Для чего предназначены пневмодвигатели?
5. Приведите примеры применения пневмоцилиндров с различными передаточными механизмами.

Глава XI

ОБЩАЯ СБОРКА

§ 1. ОБЩАЯ СБОРКА ИЗДЕЛИЯ

Общая сборка — завершающий и наиболее ответственный этап изготовления изделия. Технологический процесс ее во многом определяется конструкцией изделия. При общей сборке любого изделия необходимо выполнять следующие требования.

1. Тщательно совмещать сопрягаемые детали и сборочные единицы. Особое значение это имеет для сборочных единиц, которые прошли балансировку и подвергались частичной разборке. В этом случае на общей сборке должна быть полностью сохранена ранее достигнутая уравновешенность.
2. Обеспечить соосность опор подшипников, валов и осей.
3. Соблюдать осевые и радиальные зазоры.
4. Равномерно затягивать все ответственные резьбовые соединения с определенным усилием и по определенной схеме (сначала затягивать центрирующие болты, а затем — обычные крепежные).
5. Обеспечить герметичность мест соединения всех топливных и масляных трубопроводов, а также агрегатов, заглушек, уплотнений и т. п.

При общей сборке из собранных ранее сборочных единиц, а также из входящих отдельных деталей собирают готовое изделие (машину, станок, прибор и т. п.), отвечающее всем требованиям, предъявляемым техническими условиями. Общая сбор-

ка является очень ответственным процессом, так как от ее качества в значительной мере зависит качество самого изделия.

Для общей сборки изделия (при любом типе производства) имеет значение выбор базового элемента, с которого начинают сборку. Наилучшими базовыми элементами, как правило, являются поверхности основных деталей или сборочных единиц, на которые устанавливают и крепят другие детали. Например, при сборке металлорежущего станка базовым элементом является станина, при сборке редуктора — корпус и т. д.

В зависимости от количественного соотношения между пригоночными и чисто сборочными работами общую сборку (так же, как и узловую) разделяют на пять основных видов.

Сборка по принципу индивидуальной подгонки применяется главным образом при единичном производстве.

Сборка, основанная на неполной взаимозаменяемости, используется в серийном производстве.

Сборка, основанная на полной взаимозаменяемости, используется в крупносерийном и в массовом производстве.

Сборка с подбором по месту и способ с применением компенсатора используется при небольших количествах собираемых изделий.

§ 2. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СБОРКИ И ИСПЫТАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Общие сведения о контроле в сборочных цехах. Цель контроля в сборочных цехах — установить правильность соединения и взаимодействия деталей и сборочных единиц и правильность сборки всей машины. Требования, предъявляемые при контроле, должны соответствовать техническим условиям, установленным на приемку готовых деталей и машин в целом.

После окончательного контроля собранное изделие регулируют и испытывают. Испытания машин делятся на следующие виды: приемочные, контрольные, специальные.

Приемочные испытания дают возможность выявить, правильно ли взаимодействуют отдельные детали и сборочные единицы, качество их изготовления, производительность, расход топлива, масла и т. д. Показателями неудовлетворительной работы машины являются: перерасход топлива, нагрев подшипников, стук, шум отдельных сборочных единиц и быстрый износ некоторых деталей.

Контрольные испытания проводят в тех случаях, когда машина не выдержала приемочные испытания вследствие

обнаруженных неисправностей. После устранения дефектов машину испытывают повторно.

Специальные испытания проводят для проверки работы новой машины и отдельных сборочных единиц и для определения износа ответственных деталей. Сборочные единицы или изделия в целом испытывают на специальных стендах, предусматривающих возможность их регулирования. Стенды оборудуют необходимыми приборами, нагрузочными тормозами, трубопроводами для подвода газообразного и жидкого топлива и т. д., т. е. всем необходимым для проведения испытаний. Испытания делятся на два этапа: на холостом ходу и под нагрузкой.

Испытание машины на холостом ходу. Во время испытания на холостом ходу проверяют взаимодействие частей машины и приработку трущихся поверхностей. Машину устанавливают на испытательный стенд и приводят во вращение сначала на малой частоте. В это время наблюдают за работой отдельных частей, смазочной системы, состоянием трущихся поверхностей (подшипников, направляющих, зубчатых зацеплений и т. д.). Постепенно скорость увеличивают до полной частоты вращения, при которой машина должна проработать определенное время, предусмотренное инструкцией. Когда убедятся в нормальной работе всех частей, испытание заканчивают.

Испытание машины под нагрузкой. В процессе этих испытаний проверяют эксплуатационно-технические качества машины. Характер и продолжительность испытаний точно предусматриваются инструкционной картой. Во время испытания наблюдают за температурой охлаждающей жидкости, за давлением в маслосистеме, расходом топлива и т. д. Нагрузку изменяют тормозными устройствами. Ниже приводится контроль качества сборки и испытание токарного станка.

Перед испытанием станка на холостом ходу (обкатка) проверяют уровнем правильность его горизонтальной установки в продольном и поперечном направлении с точностью 0,02—0,04 мм на 1000 мм длины. Цель обкатки — выявить дефекты сборки и дать приработаться сопрягаемым поверхностям трения.

Когда все сборочные единицы и механизмы закреплены и обеспечена их смазка, а ограждающие устройства находятся на местах, приступают к обкатке. Перед пуском станка проверяют работу механизмов, проворачивая соответствующие сборочные единицы вручную и перекладывая рукоятки скоростей и подач. Одновременно следят, как поступает масло к трущимся поверхностям.

Обкатку сначала выполняют на самой малой частоте вращения, затем последовательно включают все рабочие скорости (до наибольшей). На этой максимальной скорости станок должен работать не менее одного часа без перерыва. Точно так же, как механизмы вращения, проверяют работу механизмов привода подач.

В процессе обкатки определяют температуру нагрева подшипников, которая в станках должна быть не выше 323—333 К (50—60 °С), выявляют стук и шум. Все механизмы должны работать плавно, без толчков и вибраций; их пуск и реверсирование должны выполняться легко и не сопровождаться рывками или ударами.

Все органы управления должны быть облокированы (связаны между собой) таким образом, чтобы при включениях исполнительных органов перемещения и подачи происходили строго согласованно во времени и исключалась возможность самопроизвольного движения (даже на самые малые расстояния) каких-либо деталей, механизмов, частей агрегата. Упоры, кулачки и другие детали автоматически действующих устройств должны обеспечивать надежное выключение подач, а механизмы закрепленных деталей и инструментов — многократное и безотказное их закрепление и раскрепление. Необходимо, чтобы системы смазки и охлаждения подавали к соответствующим местам достаточное количество масла и охлаждающей жидкости.

Безотказной должна быть и работа электрооборудования. В рубильниках, переключателях, реостатах и всех других подобных устройствах и аппаратах не допускаются даже малейшие неисправности. Недостаточно быстрое включение или выключение электроаппаратуры, чрезмерный нагрев пускового реостата, гудение реле и другие неполадки при обкатке станка или машины свидетельствуют о дефектах сборки. Их устраняют соответствующей регулировкой, а если нужно, полностью разбирают сборочные единицы.

Под нагрузкой собранный станок испытывают, выполняя обдирку болванки или обрабатывая производственную деталь на различных скоростях в соответствии с техническими данными паспорта станка. Испытание ведут с нагружением станка до номинальной мощности привода, снимая стружку все большего сечения. Допускается кратковременная перегрузка станка, однако не более чем на 25% его номинальной мощности.

Все механизмы станка при его испытании под нагрузкой должны работать исправно. Допустимо лишь незначительное повышение шума в зубчатых передачах. Устройства, предохра-

няющие станок от перегрузок, должны действовать надежно,¹¹ легко и плавно должна включаться пластинчатая фрикционная муфта. При наибольшей перегрузке станка (на 25%) муфта не должна самовключаться или буксовать.

На точность и шероховатость поверхности (обработки) станок проверяют после испытания под нагрузкой. Перед новым испытанием прогревают шпиндель, подшипники, гидросистему и другие основные элементы станка обкаткой станка на холостом ходу.

Испытание на получение требуемой шероховатости обработанной поверхности производится точением образца при определенных режимах резания. На обработанных поверхностях не должно быть следов дробления.

Приемка производится по нормам точности, установленным ГОСТом для токарных станков. Проверку станка на жесткость (ГОСТ 7035—75) выполняют, чтобы определить качество сборки передней бабки, суппорта и задней бабки. Жесткость станка уменьшается из-за неровностей на соприкасающихся поверхностях, а также из-за деформации подшипников, клиньев, планок, болтов и других промежуточных деталей вследствие их плохой пригонки.

Показатель жесткости — степень деформации испытываемых сборочных единиц относительно станины под действием внешней силы определенной величины. Проверяют жесткость динамометром и индикатором, применяя при необходимости оправки и упоры. Воздействуя на динамометр, а следовательно, на шпиндель или суппорт с определенной силой, отклонение вследствие деформации определяют по индикатору, установленному с противоположной стороны шпинделя или суппорта.

После испытаний на холостом ходу, под нагрузкой и на жесткость станок испытывают на мощность. Цель этого испытания — определить коэффициент полезного действия (к. п. д.) станка, т. е. отношение полученной работы станка к затраченной (при наибольшей допустимой для него) нагрузке. Во время испытания обрабатывают болванку или производственную деталь, предварительно выбрав сечение стружки и другие режимы резания по паспортным данным станка. Длительность пробной обработки с использованием полной мощности станка не более 30 мин. Допускается перегрузка электродвигателя на 10—15% больше его номинальной мощности.

Отделка и упаковка изделий. Машину, станок и прибор, выдержавшие испытания, передают на отделочные операции. Отделка является последней технологической операцией и чаще

всего состоит в окраске. Окраску применяют, чтобы предохранить изделия от коррозии и придать им красивый внешний вид. Процесс окраски состоит из очистки, грунтовки, шпатлевки поверхностей под окраску, окраски и сушки. В зависимости от условий, в каких будет эксплуатироваться изделие, его нередко окрашивают в несколько слоев.

Окраска наружных поверхностей машин состоит из грунта и двух слоев эмалевой краски, окраска внутренних поверхностей — из грунта и одного слоя маслоустойчивой краски. Машины, подвергающиеся действию высокой температуры или воды, окрашивают серебристой алюминиевой краской АЛ-177 в два слоя. Для внутренней окраски корпусов коробок передач, картеров, редукторов и других деталей применяют также нитроэмали. Машины красят при температуре не ниже 268 К (15°C) и до полного высыхания краски оберегают от пыли и влаги.

Для предохранения машин от коррозии во время транспортирования с завода-изготовителя к заказчику или при длительном хранении машины консервируют. Консервация заключается в нанесении на открытые поверхности машины тонкого слоя особых смазочных веществ (вазелина, пушечного сала и т. д.). После окраски и консервации изделия упаковывают для предохранения от механических повреждений и атмосферных воздействий.

§ 3. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ СБОРКЕ И ИСПЫТАНИИ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ И МАШИН

Все сборочно-монтажные работы должны производиться в соответствии с инструкциями безопасности труда, действующими на предприятии. При испытании сборочных единиц и машин необходимо соблюдать следующие правила безопасности труда.

1. Перед началом испытания тщательно проверить, не остались ли в машине неустановленные детали, инструмент, обтирочные тряпки, которые могут послужить причиной несчастных случаев или вызвать аварию машины во время испытания.

2. Необходимо убедиться в исправности сборочной единицы или машины и, если пуск никому не угрожает, дать сигнал о начале испытания.

3. Пускать и останавливать машину только с разрешения мастера.

4. Испытанием должен руководить мастер или бригадир. Запрещается выполнять указания лиц, не ответственных за проведение испытания.

5. Посторонним лицам, не имеющим отношения к испытаниям, запрещается находиться на испытательных стендах и площадках.

6. Запрещается регулировать и смазывать машину на ходу. Регулировку и смазку машины выполнять до пуска машины или после ее остановки.

7. Вращающиеся части машин должны быть ограждены. Снимать ограждения разрешается только при полной остановке машины.

8. При испытании строго руководствоваться утвержденной программой испытания.

9. После окончания испытания немедленно отключить электропривод и только после этого приступить к осмотру и устранению обнаруженных дефектов в машине.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к общей сборке?
2. В чем заключается контроль качества сборки?
3. Расскажите о порядке испытания собранной машины.
4. Какие правила безопасности труда необходимо соблюдать при испытании сборочных единиц и машин?

Глава XII

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

§ 1. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Технологичность конструкции собираемых изделий — важный фактор для условий автоматизации. Требования по технологичности конструкции предъявляются к отдельным деталям и к изделию в целом. Конструкция изделия и его элементов должна быть удобной для выполнения всех элементов автоматической сборки.

Автоматизация сборки обеспечивает: повышение качества изделий, так как влияние субъективного фактора частично или полностью устраняется; увеличение производительности труда (иногда в десятки раз); снижение себестоимости сборочных работ; высвобождение рабочих (обычно в несколько раз); облегчение и оздоровление условий труда; уменьшение производственных площадей (особенно при сборке малогабаритных изделий).

Стремление удешевить сборочное технологическое оборудование заставляет конструировать такие детали, сборка которых требует минимального количества различных положений, т. е. детали простой формы, имеющие минимальное число плоскостей и осей симметрии. Если деталь в целом симметрична (рис. 126), но имеет некоторые асимметрично расположенные конструктивные элементы (выступы, проточки, отверстия и т. п.), то необходимо обеспечить полнейшую симметрию, введя дополнительные («ложные») симметричные конструктивные элементы. Цилиндрические элементы должны иметь длину, отличающуюся от диаметра не менее чем на 25%.

Технологический процесс автоматической сборки существенно отличается от технологического процесса ручной и механизированной сборки. Если при ручной сборке небольших изделий часто требуются только простейшие инструменты, то при автоматической сборке тех же изделий необходим сложный комплекс автоматически действующих устройств, надёжно выполняющих все переходы сборки.

Для завинчивания шпилек применяют фрикционный патрон (рис. 127). Патрон вставляют в шпindel сверлильного станка, электрической или пневматической сверлильной машинки. В нижнюю часть корпуса патрона вставляют сменные вставки с резьбой, соответствующей резьбе ввинчиваемой шпильки.

Корпус приводится в движение от шпинделя 1 через диски 4 и 6. Диски 4 своими выступами входят в пазы корпуса, а диски 6 — в пазы шпинделя. Диски все время прижаты друг к другу двумя тарельчатыми пружинами 3. Когда крутящий момент, возникающий при завинчивании шпильки, превысит момент силы трения между дисками, диски 6 будут продолжать вращаться вместе со шпинделем, проскальзывая по дискам 4, ко-

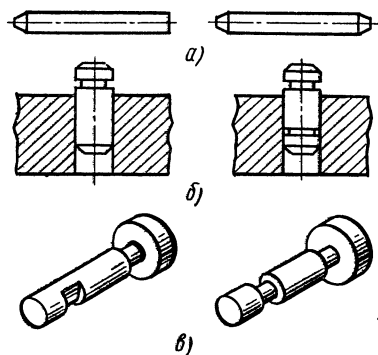


Рис. 126. Нетехнологичное асимметричное (слева) и технологичное симметричное (справа) расположение конструктивных элементов на симметричных деталях:

а — штифты с односторонним и двусторонним конусами, *б* — проточки односторонняя и двусторонняя, *в* — паз на ступенчатом валике и круговая проточка канавки на нем

торые будут оставаться неподвижными вместе с корпусом 5, и завинчивание шпильки прекратится. Допускаемый крутящий момент регулируется поджатием пружин 3 гайкой 2. Применение таких патронов повышает производительность труда более чем в 10 раз по сравнению с ручным.

Для механизации работ по завинчиванию винтов применяют механические, электрические и пневматические отвертки, а также различное стационарное оборудование, специальные приспособления и установки, смонтированные на сборочных столах, верстаках или подставках.

Механическая отвертка (рис. 128) состоит из стержня 1 с хвостовиком, корпуса 4, сменной муфты 7, двух полуколец 2, пружины 3, шайбы 5 и сменной отвертки 6. Корпус отвертки представляет собой цилиндрическую втулку и имеет с одной стороны отверстие для свободного прохода стержня, а с другой — в него ввернута на резьбе сменная муфта 7, имеющая на торце выточку по форме и размеру головки винта 8. Хвостовиком стержень соединяется со шпинделем гайковерта или дрели.

На конце стержня закрепляют сменную отвертку. На стержне внутри корпуса установлена пружина, одним концом упирающаяся в шайбу 5, а другим — в два полукольца, входящих

в кольцевую выточку на стержне. При нажиме отверткой на закручиваемый винт головка винта войдет внутрь муфты, а лезвие отвертки — в шлиц винта. При вращении отвертки за-

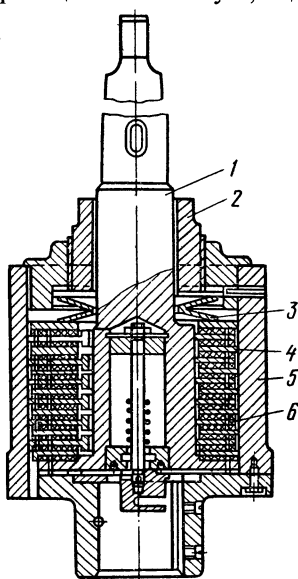


Рис. 127. Устройство фрикционного патрона

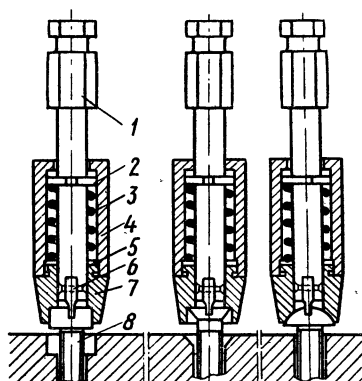


Рис. 128. Устройство механических отверток

винчивает винт, его головка постепенно выходит из выточки муфты и завертывание прекращается.

Электромеханические и пневматические отвертки при установке специального инструмента могут быть использованы для завинчивания мелких шпилек, болтов и гаек.

Механизированные отвертки снабжаются специальными наконечниками, захватывающими винты и завинчивающими их без предварительного ручного ввинчивания. На рис. 129 показан один из таких захватов. На направляющей втулке 2 этого захвата имеется четыре выреза, в которые входят узкие лепестки цанги 3. Цангу крепят на втулке разжимным кольцом. Сменную направляющую втулку растачивают под головку винта 1 (специально для каждого типа и размера). На лепестках цанги имеются зубья, которые поддерживают головку снизу и препятствуют выпаданию винта. Такая конструкция обеспечивает плотный захват винтов с головками любых форм.

Механизированные инструменты (гайковерты, шпильковерты, механизированные отвертки и др.) для удобства в работе могут быть подвешены на специальном приспособлении, смонтированном на рабочем месте сборщика (рис. 130).

Механизированная головка для завертывания винтов (рис. 131) изготавливается с автоматической подачей винтов к собираемому изделию. Головка соединяется инструментальным конусом со шпинделем любого сверлильного станка. Устройство предназначено для стационарной сборки изделий в условиях массового производства.

Винты засыпают в бункер головки, расположенный ниже зажимного конуса. При движении шпинделя станка вниз винт, удерживаемый в кулачках зажимной насадки 1, поступает в собираемое изделие. При этом бункер опускается настолько, что его питающая трубка 4 входит в отверстие подводящего канала 2 в нижней части головки. После завертывания винта рычаг управления 3 освобождает следующий винт, который проскальзывает через питающий подвод и зажимается кулачками в выходном отверстии. Таким образом при каждом ходе шпинделя вниз автоматически подается к изделию и завертывается один винт. Головка снабжена муфтой сцепления, которая автоматически отсоединяет шпиндель в случаях, когда крутящий момент при завертывании винта превышает предварительно установленное предельное значение.

Рассмотренные механизированные головки могут применяться для винтов и шурупов с диаметром от 1,4 мм и выше любых типов, с различной формой головки (потайной, полупотайной, цилиндрической и шестигранной). Для бесперебойной

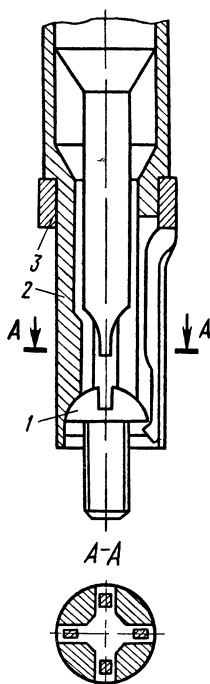


Рис. 129. Устройство наконечника для захвата винтов

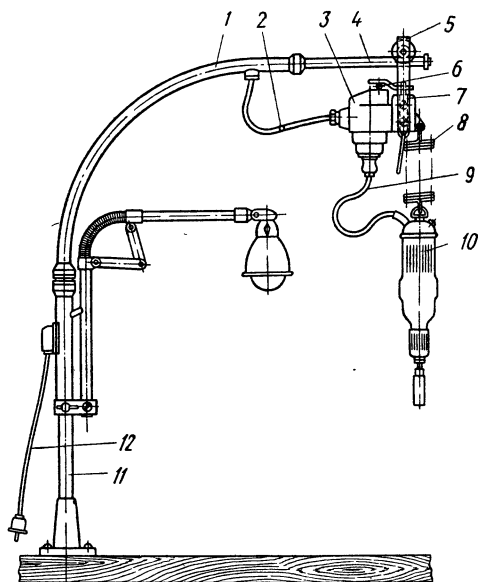


Рис. 130. Приспособление для подвески механизированного инструмента:

1 — кронштейн, 2, 9 — кабель, 3 — пусковой механизм, 4 — направляющая кронштейна, 5 — ролик, 6 — автоматический выключатель, 7 — серьга, 8 — пружина, 10 — инструмент, 11 — стойка, 12 — кабель с вилкой

автоматической подачи винтов необходимо, чтобы длина винтов была больше диаметра их головки.

Автоматизация сборки резьбовых соединений. Одним из направлений автоматизации сборки резьбовых соединений является создание различных приспособлений и станков, обеспечивающих автоматическую подачу под инструмент.

На рис. 132, а, б показан один из таких станков-автоматов, предназначенный для завинчивания винтов при сборке деталей. В нижней части шпинделя 3 закрепляют необходимую для работы инструмента отвертку или ключ для внутреннего или наружного шестигранника.

Из бункера 5 по лотку 7 к приемнику 2 подаются винты и болты. Бункер барабанного типа 5 приводится в движение от

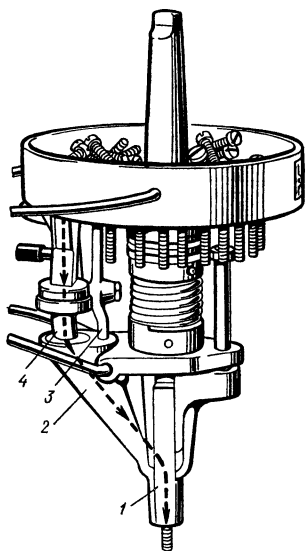


Рис. 131. Механизированная головка для заворачивания винтов

электродвигателя 4. Шпиндель станка опускается вниз с помощью педали 1, а вместе с ним опускается и приемник 2 с винтом 10, зажатый в полувтулках приемника. При опускании шпинделя отвертка 8 попадает в прорезь винта. Винт, вращаясь, входит в резьбовое отверстие детали. В это время полувтулки приемника упираются в нижний упор 9 и разжимаются, освобождая винт.

При заходе винта в резьбовое отверстие детали начинает работать фрикционная муфта. Она соединяет нижнюю и верхнюю части шпинделя. Муфта отрегулирована на определенный крутящий момент, и винт заворачивается с требуемым усилием, после этого муфта срабатывает (проскальзывает). Затем шпиндель поднимается вверх, полувтулки упираются в верхний неподвижный упор 6 и раскрываются для того, чтобы захватить следующий винт, поступивший по лотку из бункера, и операция повторяется в том же порядке.

Для комплексной механизации и автоматизации сборки резьбовых соединений эффективно применение многошпиндельных пневматических и электрических гайковертов. На заводах автомобильной, тракторной, авиационной промышленности применяют стационарные и подвесные многошпиндельные гайковерты и головки. Применение многошпиндельных гайковертов и головок на сборке позволяет резко сокращать основное и вспомогательное время при заворачивании болтов, гаек и винтов.

На рис. 133, а показан подвесной восьмишпиндельный пневматический гайковерт, составленный из стандартных двигателей мощностью 0,44—0,56 кВт (0,6—0,75 л. с.), позволяющих развивать крутящий момент для затягивания гаек 57,5—80 кН·м (5,75—8 кгс·м). Частота вращения шпинделя 500 об/мин. Двигатели питаются сжатым воздухом давлением 0,5—0,6 МПа (5—6 кгс/см²). Гайковерт одновременно заворачивает гайки двух размеров.

На рис. 133, б показан одиннадцатishпиндельный пневма-

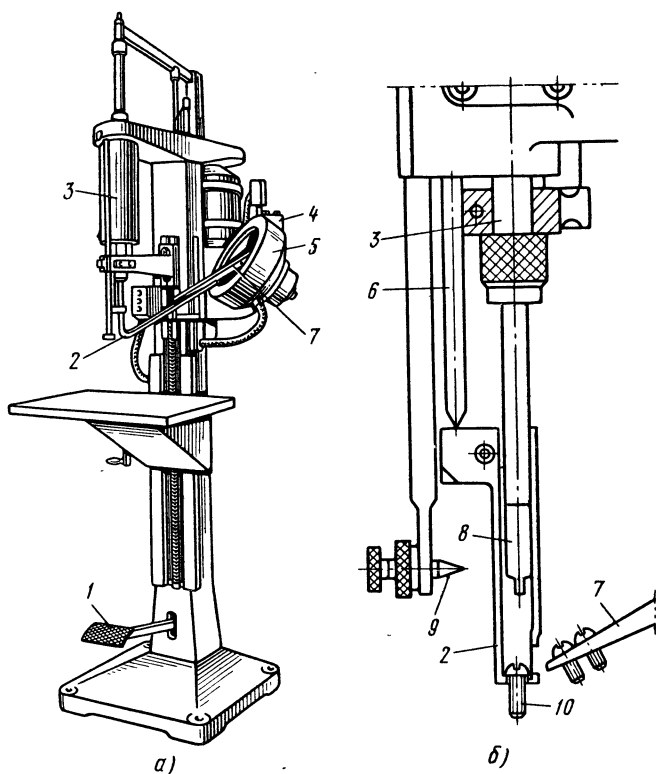


Рис. 132. Автомат для завинчивания винтов:

а — общий вид, *б* — механизм захвата винтов

тический гайковерт, предназначенный для сборки двигателей внутреннего сгорания. Гайковерт также составлен из стандартных пневматических двигателей. Он позволяет завинчивать одновременно все 11 гаек за 43 с. Важным качеством таких гайковертов является то, что для каждой гайки предельный момент затягивания может быть отрегулирован отдельно.

Десятишпиндельный пневматический гайковерт (рис. 133, *а*) предназначен для сборки редуктора с картером моста автомобиля. Воздух поступает в гайковерт по штуцеру 2. После нажатия на курок пусковой рукоятки 1 клапан 3 открывается при передвижении штока цилиндра 5 и сжатый воздух через коллектор 4 поступает к каждому ротору пневмодвигателей. После этого начинается одновременное завинчивание гаек.

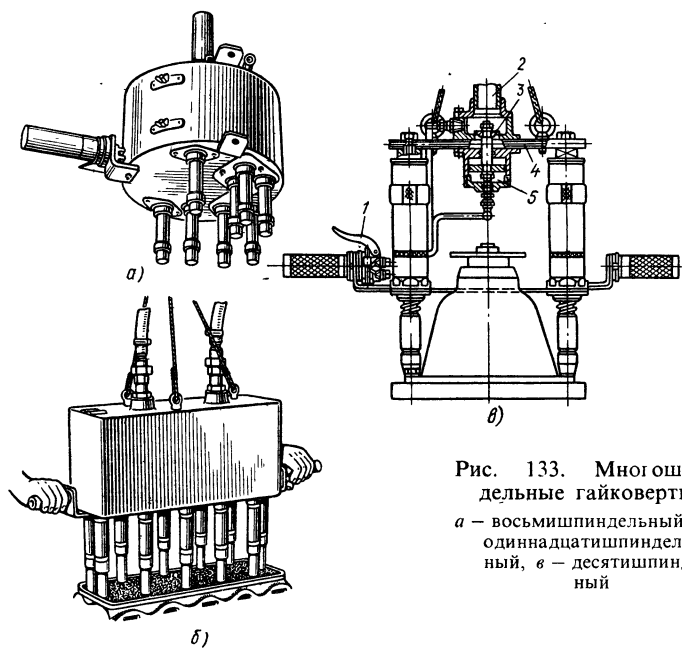


Рис. 133. Многошпиндельные гайковёрты:

а — восьмишпиндельный, *б* — одиннадцатшпиндельный, *в* — десятишпиндельный

§ 2. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРКИ ПРЕССОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Механизация сборки прессовых соединений. Применение различных прессов — ручных (винтовых, реечных, маятниковых, эксцентриковых), приводных механических, пневматических, гидравлических, электромагнитных и электровибрационных — позволяет увеличить производительность по сравнению с ручной запрессовкой в несколько раз и повысить качество запрессовки. Тип механизированного инструмента или пресса и величину развиваемого им предельного давления выбирают в соответствии с конструкцией и размерами сопрягаемых деталей и расчётным усилием запрессовки.

Применение механических приспособлений для запрессовки деталей в значительной степени сокращает трудоёмкость операции по сравнению с ручной запрессовкой. Приспособление для запрессовки детали 1 в зубчатое колесо 2 (рис. 134, *а*) состоит из направляющей втулки 3, опорной втулки 4, затяжной шпильки 5 и затяжной гайки 6.

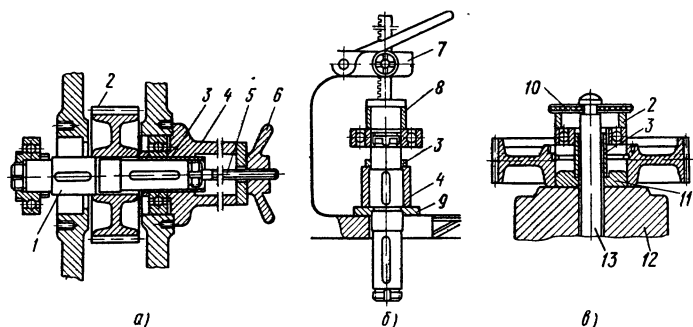


Рис. 134. Схемы запрессовки деталей с помощью механических приспособлений:

а — винтового ручного приспособления, *б* — ручного реечного пресса, *в* — гидравлического пресса

Запрессовка шарикоподшипника на вал ручным прессом показана на рис. 134, *б*. Это приспособление состоит из ручного реечного пресса 7, нажимной втулки 8, направляющей втулки 3, ограничительной втулки 4 и опорной шайбы 9.

На рис. 134, *в* показана схема запрессовки шарикоподшипников в зубчатые колеса с помощью приспособления, состоящего из быстросъемной шайбы 10, опорной втулки 4, направляющей втулки 3, направляющей шайбы 11, опорной плиты 12 и штока пресса 13.

Переносные приспособления с пневматическим приводом также облегчают труд рабочего и повышают производительность. Пневматическое приспособление (рис. 135, *а*) выполнено в виде С-образной стальной скобы, на концах которой укрепляются два пневматических цилиндра. Сдвоенные цилиндры позволяют создать усилие запрессовки около 50 кН (5 тс). Приспособление подвешивают на рабочем месте на тросе подъемника. При опускании на базовую деталь приспособление устанавливают на контрольные штифты.

Для запрессовки подшипников качения в корпуса и на валы применяют подвесное приспособление со сдвоенным пневмоцилиндром и рычажным усилителем (рис. 135, *б*).

Автоматизация сборки прессовых соединений. Эта операция особых затруднений не вызывает, если запрессовываются втулки, пальцы, штифты и другие детали небольших размеров и простой формы. Автоматическая сборка прессовых соединений обычно производится толкающим механизмом. Для устранения перекосов при автоматической запрессовке необходима

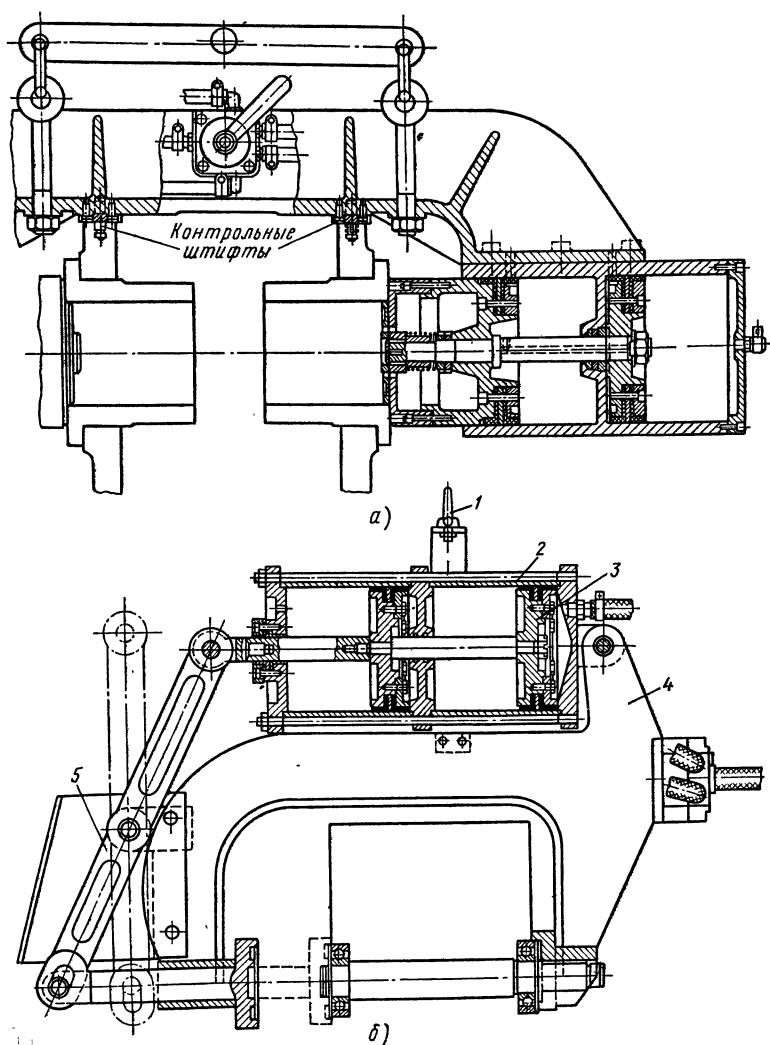


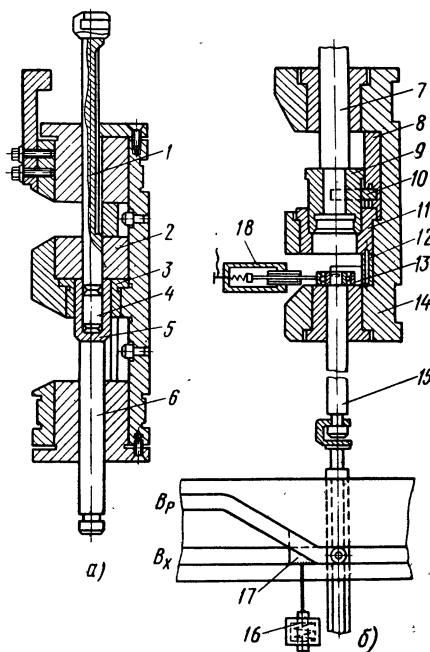
Рис. 135. Устройство подвесных пневматических приспособлений для запрессовки деталей:

а — со сдвоенным пневмоцилиндром, б — со сдвоенными пневмоцилиндрами и рычажным усилителем; 1 — рым-болт, 2 — пневмоцилиндр, 3 — поршень, 4 — скоба, 5 — рычаг-усилитель

точная установка сопрягаемых деталей в исходном положении. Это достигается тем, что на сопрягаемых поверхностях собираемых деталей делаются фаски, закругленные края или небольшие пояски с гарантированным зазором для лучшего направления.

Примером подобных сборочных операций может служить сборка пальца 4 и втулки 5 (рис. 136, а) с помощью блоков инструментов, установленных на роторных сборочных машинах. Детали подаются пуансонами 1 и 6 в центрирующие матрицы 2 и 3, где последующим движением пуансонов производится их запрессовка. После завершения операции готовая сборочная единица пуансоном 1 перемещается на нижний уровень, где он снимается или передается транспортным ротором на последующие сборочные операции.

Другим примером сборочной операции может служить запрессовка шарикоподшипника 13 во втулку 9 (рис. 136, б). Блок



состоит из цилиндрического корпуса 14, подавателя-упора 7 для базирования втулки и запрессовочного пуансона-выталкивателя 15. В корпусе соосно смонтированы приемное гнездо 8 с пружинными губками 10 для удержания втулки, двусторонняя центрирующая матрица 11 с пружинными приемными губками 12 для шарикоподшипника.

Собираемые детали поступают в приемные гнезда (губки) через окна в корпусе блока, затем подаватель-упор движением вниз вводит втулку в верхнее отверстие центрирующей матрицы до упора в ее торцовый уступ.

После этого запрессовочный пуансон при движении вверх вводит подшипник в нижнее отверстие

Рис. 136. Устройство блоков инструментов для роторных сборочных машин:

а — для запрессовки пальцев, б — для запрессовки подшипников

стие центрирующей матрицы и запрессовывает шарикоподшипник в гнездо во втулке.

Нормальное положение подшипника в блоке контролируется путевым щупом 18, проверяющим все проходящие мимо него блоки ротора. Копир, управляющий движением ползунов, выполняется с двумя ветвями (B_p и B_k) и передвижной стрелкой 17, которая с помощью электромагнита 16 перемещается без значительного усилия на ту или другую ветвь в соответствии с показаниями контрольного прибора. При отклонении детали от нормального положения передвижная стрелка 17 перекрывает рабочую ветвь B_p копира и пропускает ролики ползунов по холостой ветви B_k , исключая взаимодействие инструмента с деталью, занявшей неправильное положение.

§ 3. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СБОРОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Сборочные устройства (полуавтоматы, автоматы, сборочные машины, механизированные сборочные установки и т. п.) имеют основные элементы, без которых не может быть выполнена автоматическая сборка изделий: загрузочные (бункерные и магазинные) и ориентирующие устройства, механизмы питания, сборочные столы, механизмы для выполнения и закрепления соединений.

В магазинном загрузочном приспособлении заготовки ориентированы и расположены в один ряд. Устройство (рис. 137, а) состоит из емкости 1 и питателя 2. Ориентированная заготовка продвигается под действием силы тяжести по емкости к питателю. Питатель подает заготовку в рабочую позицию автомата.

В штабельном загрузочном приспособлении (рис. 137, б) заготовки расположены ориентировано друг на друге. Приспособление состоит из емкости 1, захвата 3, питателя 2 и накопителя 4. Заготовка из нижнего ряда емкости подается захватом в накопитель, из которого поступает в питатель и подается в рабочую позицию автомата.

В бункерном загрузочном приспособлении (рис. 137, в) заготовки не ориентированы. Приспособление состоит из емкости 1, ворошителя 5, который одновременно выполняет роль ориентатора и захвата, сбрасывателя 6, накопителя 4, отсекающего 7 и питателя 2. Последовательность работы приспособления аналогична работе предыдущего. Ворошитель в этом устройстве ориентирует заготовку, захватывает и подает ее к сбрасывателю.

В магазинных загрузочных устройствах ориентация и за-

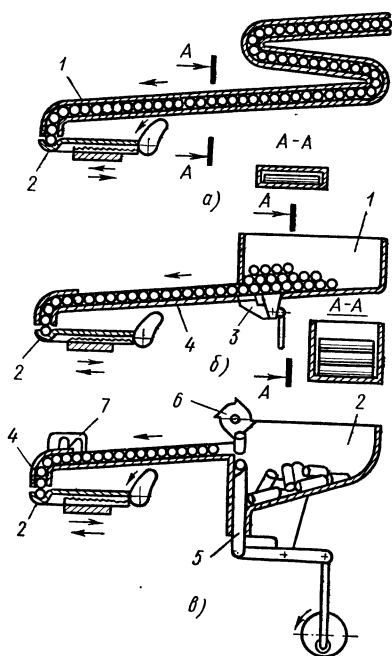


Рис. 137. Автоматизированные загрузочные приспособления:

а — магазинное, *б* — штабельное, *в* — бункерное

рые типы питателей в процессе загрузки совершают кроме основного движения еще второстепенные движения, например поворот, движение влево, вправо и т. д. В зависимости от характера основного движения питатели бывают следующих типов: с возвратно-поступательным движением по траектории прямой линии (рис. 138, *а*); с маятниковым движением по траектории, являющейся частью окружности (рис. 138, *б*); с вращательным движением по траектории, являющейся окружностью (рис. 138, *в*); со сложным движением по траектории, являющейся замкнутым прямоугольником или сочетанием прямой с частью или полной окружностью (рис. 138, *г*).

Захваты. Когда заготовка подается в специальном гнезде, губках и т. п. устройствах, применяются питатели с захватами. Захваты в питателях могут быть неуправляемые, в которых заготовка западает и свободно в них ориентируется, и управляемые, в которых заготовка удерживается принудительно ав-

грузка заготовок в магазин производится вручную. Заготовки могут быть сложной геометрической формы. Применяют магазины с принудительным способом перемещения заготовки и с перемещением ее под действием силы тяжести.

Питатели. Загрузочные устройства при циклической загрузке штучных деталей снабжаются питателями — механизмами для перемещения заготовок, подаваемых в ориентированном положении из магазина или накопителя в зону обработки. Питатели состоят из корпуса, захвата для заготовок, механизма перемещения и привода. В наименее развитой форме питатель не имеет захвата. Такой питатель не может захватывать и переносить заготовки, он выполняется в виде скалки и называется толкателем или заталкивателем. Некото-

томатически действующими механизмами. Приводы у этих механизмов могут быть гидropоршневыми, пневмопоршневыми и электромагнитными.

Отсекатели. Отсекатель служит для отделения из общего потока одной заготовки (или группы заготовок), которая далее самотеком поступает в захват питателя или непосредственно в зону обработки. В простейшей форме исполнения отсекатель состоит из одной детали — штифта, защелки и т. п., а в наиболее развитой форме исполнения он снабжается приводным ме-

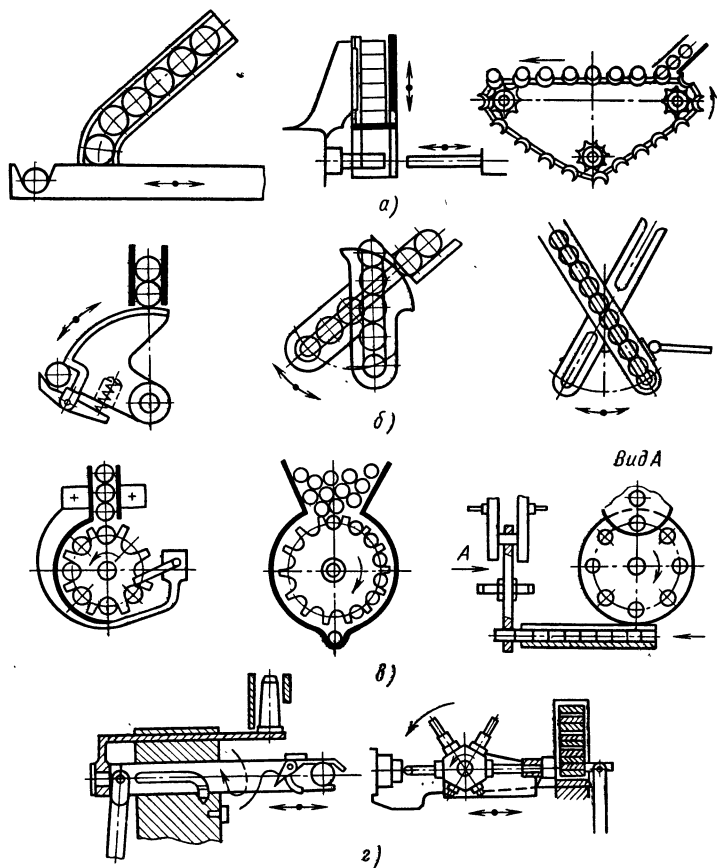


Рис. 138. Схемы питателей с различными видами основных движений:

а — с возвратно-поступательным по прямой линии, б, в — по дуге, г — по сложной траектории

ханизмом. Отсекатель работает обычно циклично и синхронно с питателем загрузочного устройства и в ряде случаев находится в движении непрерывно.

Простейший движковый отсекатель с возвратно-поступательным движением (рис. 139, а) состоит из движка 1 который при рабочем ходе выталкивает очередную заготовку из лотка 2 в смещенный лоток 3. Далее под действием собственной тя-

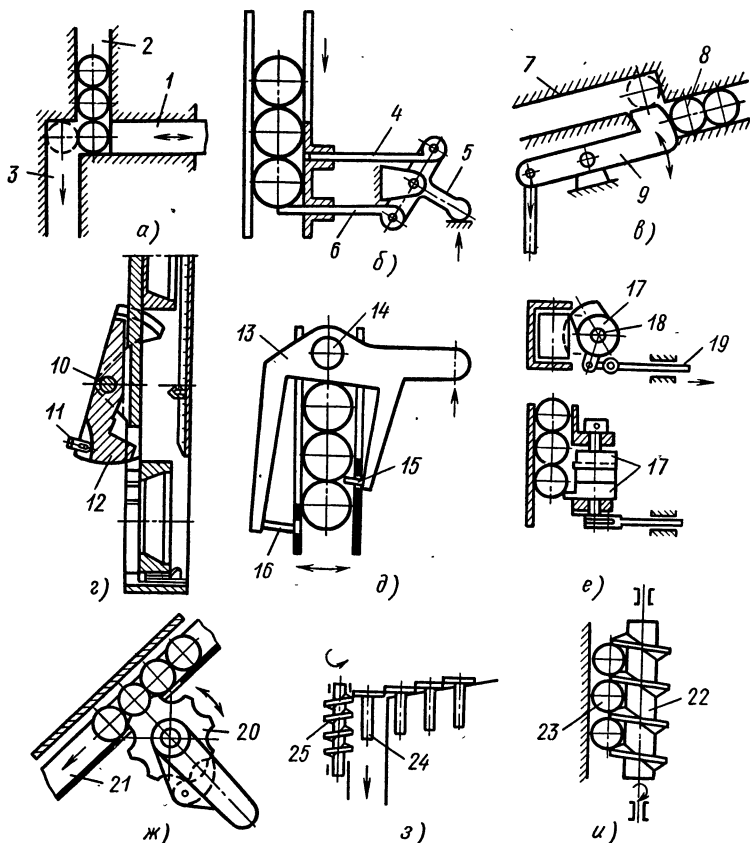


Рис. 139 Отсекатели.

а — движковый, б — штифтовый, в, г — с качающимися рычагами, д — с вильчатым рычагом, е — кулачковый, ж — барабанный, з, и — винтовой, 1 — движок, 2, 3, 7, 8, 21 — лотки, 4, 6, 15, 16 — штифты, 5, 9 — качающиеся рычаги, 10, 14, 18 — оси, 11, 19 — тяги, 12 — вилка, 13 — вильчатый рычаг, 17 — кулачок, 20 — колесо, 22, 25 — винты, 23, 24 — заготовки

жести заготовка перемещается к месту назначения. Более сложный штифтовой отсекаТЕЛЬ (рис. 139, б) состоит из штифтов 4 и 6, совершающих поочередно возвратно-поступательное движение. Штифты 4 и 6 приводятся в действие от качающегося рычага 5.

К недостаткам движковых и штифтовых отсекателей следует отнести возможное заедание отсекателя от обильной и мелкой стружки, попадающей в его направляющие.

Отсекатель с качающимся рычагом (рис. 139, в) при рабочем ходе выталкивает заготовку из лотка 8 в лоток 7. Отсекатель (рис. 139, г) может состоять из качающегося рычага в виде вилки 12, сидящей на оси 10, один конец которой связан с тягой 11 привода.

В отсекателе (рис. 139, д) штифты 15 и 16 закреплены на вильчатом рычаге 13, свободно сидящем на оси 14. При качательном движении вильчатого рычага его штифты поочередно отсекают заготовки, которые движутся далее самотеком.

Кулачковый отсекаТЕЛЬ, изображенный на рис. 139, е, применяется для заготовок в виде колец. Один из двух кулачков 17, установленных на оси 18, при качательном движении от тяги 19 выпускает очередную заготовку, а другой кулачок придерживает все остальные.

Работа барабанного отсекателя, показанного на рис. 139, ж, сводится к тому, что колесо 20 при повороте захватывает заготовку и подает ее по лотку 21.

Винтовые отсекатели показаны на рис. 139, з, и. При повороте винтов 22 и 25 на один оборот от общего потока отсекается одна заготовка 23 или 24. В том случае, если отсекаТЕЛЬ дает свыше 120 отсеканий в минуту, целесообразно предусматривать принудительную подачу заготовок к отсекателю с помощью фрикционного диска или ленты.

Сборочные столы принимают ориентированные детали от механизмов питания и удерживают их в определенном положении до сопряжения деталей. Для автоматизации сборки применяют однопозиционные и многопозиционные полуавтоматы и автоматы. На рис. 140, а дана схема автоматической сборки клапана двигателя внутреннего сгорания, состоящего из пяти деталей. Сборка производится на восьмипозиционном автомате. На рис. 140, б показан порядок сборки.

Сборку выполняют на поворотном столе автомата. На первой позиции производится подача клапана — деталь а. Затем стол поворачивается на следующую позицию. На второй позиции 2 на стол подается стержень — деталь б. На этой же позиции производится сборка его с клапаном.

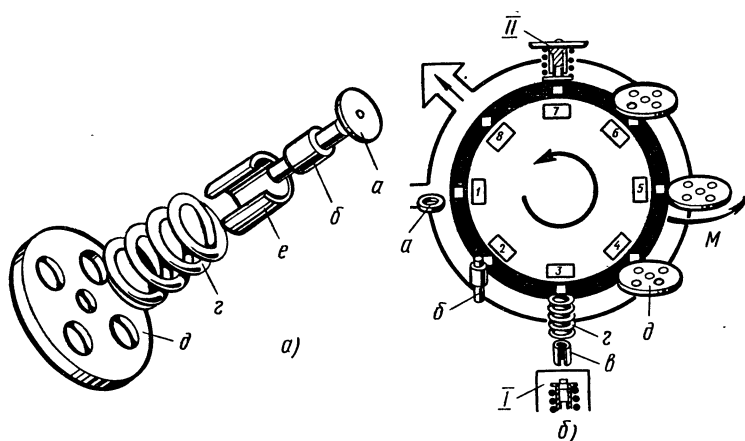


Рис. 140. Клапан, состоящий из пяти деталей (а), схема его сборки (б)

На третьей позиции производится подача пружины (деталь *з*) и втулки (деталь *в*) в собранном виде и производится сборка их с клапаном и стержнем. Сборка показана на эскизе I (внизу). На четвертой позиции подается диск — деталь *д*, а на пятой — производится разворот диска по стрелке *М*. Разворот производится относительно клейм, которые наносят на шестой позиции. Сборка стержня с диском производится на седьмой позиции. Там же производится расклепывание конца стержня. На восьмой позиции собранная сборочная единица выталкивается со стола.

§ 4. МЕХАНИЗАЦИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Механизация подъемно-транспортных операций при сборке не только облегчает труд рабочих, но и обеспечивает значительное повышение производительности. Детали и сборочные единицы массой 15–20 кг при сборке, как правило, необходимо поднимать и перемещать с помощью универсальных и специальных подъемно-транспортных средств, которые по назначению делятся на две группы: подъемные механизмы и транспортные устройства. К транспортному оборудованию сборочных цехов кроме ручных и механизированных тележек относятся также рольганги и конвейеры.

Подъемными механизмами, применяемыми в сборочных цехах, являются мостовые краны, кран-балки, консольные краны,

электротали, поворотные краны с ручными таями, электротали и пневматическими подъемниками, домкраты и специальные подъемные устройства.

Для сборки крупных сборочных единиц или общей сборки изделия служат тележки-стенды (рис. 141). У этих тележек верхняя часть подвижная, дающая возможность устанавливать при выполнении операций объект сборки в удобное для сборщика положение.

Рольганги. Для горизонтального перемещения деталей, сборочных единиц и изделий в сборочных цехах наряду с другими транспортными устройствами применяют рольганги. Рольганги подразделяются на приводные, когда груз перемещается за счет трения вращающихся от двигателя роликов, и неприводные, когда его перемещение производится под действием приложенной к грузу толкающей силы. В сборочных цехах чаще используются неприводные рольганги.

Конвейеры. Для принудительного перемещения собираемых изделий при поточной сборке в серийном и крупносерийном производстве применяют различного типа напольные и подвесные транспортные устройства, называемые конвейерами.

На рис. 142 приведена схема цепного сборочного конвейера, состоящего из следующих пяти основных частей: несущей 1, на которой устанавливается и закрепляется собираемое изделие; тяговой 2, выполненной в виде шарнирно-замкнутой цепи; опорной 3, которая служит для поддержания и перенесения тяговой и несущей частей; натяжного устройства 4 и привода 5 конвейера, состоящего из электродвигателя и вариатора

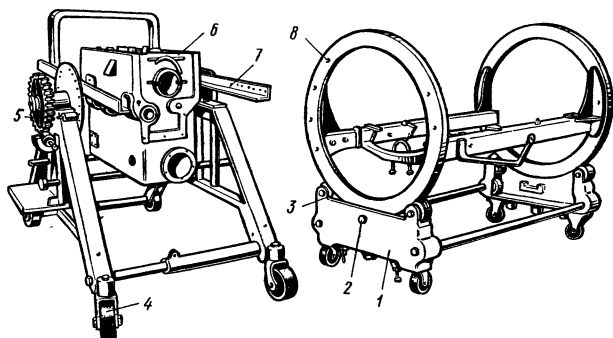


Рис. 141. Тележки-стенды.

1 — основание, 2 — фиксатор, 3 — опорный ролик, 4 — колесо тележки, 5 — механизм поворота люльки, 6 — собираемое изделие, 7 — направляющие, 8 — отверстие для фиксации люльки

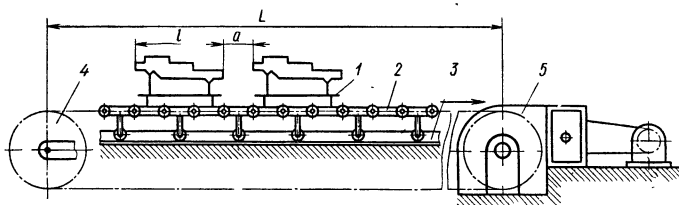


Рис. 142. Схема цепного сборочного конвейера

скоростей. Опорная часть обычно изготавливается в виде рельсовых путей, по которым катится на роликовых тележках тяговая часть конвейера.

В серийном производстве, в частности в станкостроении, широко применяют шаговые конвейеры. Они имеют значительные преимущества перед другими сборочными конвейерами: удобство подхода к собираемому изделию, возможность выполнения на конвейере точных и регулировочных работ, так как собираемое изделие занимает устойчивое положение. При переходе на сборку другого изделия особой переналадки шагающего конвейера не требуется.

Подъемные устройства. На рис. 143,а (справа) показан блок — это вращающийся на оси диск, по ободу которого сделан желоб для троса или цепи. Если важна не скорость вертикального перемещения груза, а экономия в силе для его подъема, тогда пользуются двумя блоками: подвижным и неподвижным (рис. 143,а, справа). Чтобы получить выигрыш в силе больше, чем в два раза, пользуются системами блоков — полиспастами (рис. 143,б).

Тали (рис. 143,в) часто применяют при сборочных работах, их подвешивают над местом работы с помощью треноги и другими способами. Грузоподъемность талей разная. Ручная таль с помощью верхнего крюка может быть подвешена или смонтирована на монорельсе посредством кошки (рис. 143,г), и тогда груз будет перемещаться не только вверх, но и в горизонтальном направлении.

Широко применяют при сборке электротельферы (рис. 143,д), грузоподъемность которых от 2,5 до 50 кН (250 кгс до 5 тс).

Для подъема груза на небольшую высоту применяют переносные грузоподъемные механизмы, называемые домкратами. На рис. 144,а показан винтовой домкрат грузоподъемностью до 150 кН (15 тс), применяют также домкраты, поднимающие и более тяжелые грузы. На рис. 144,б показан домкрат с зубчатой рейкой, грузоподъемность его от 50 до

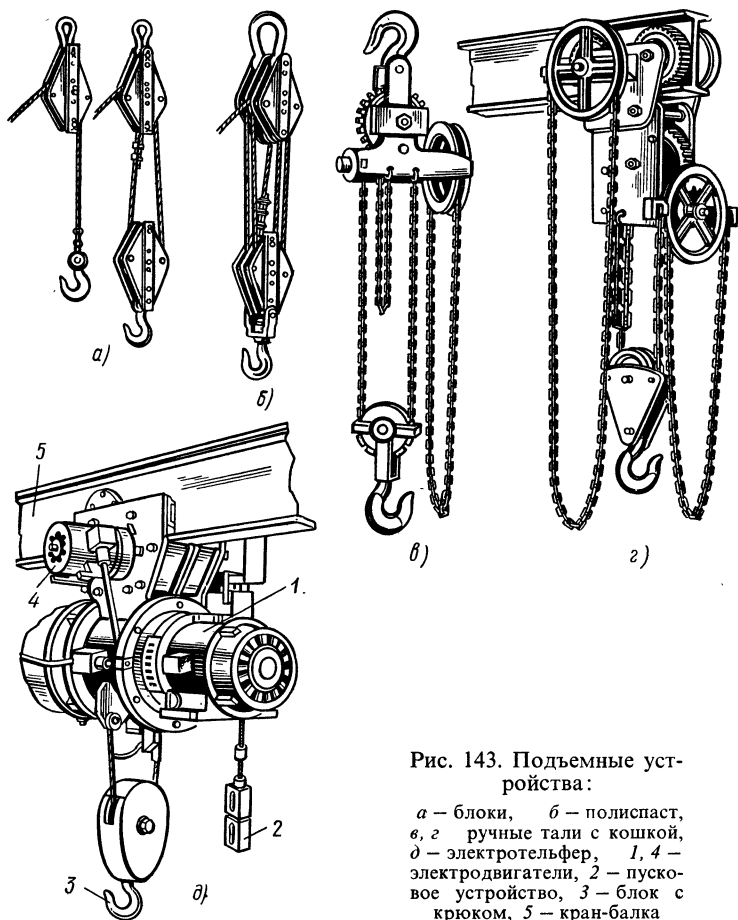


Рис. 143. Подъемные устройства:

а — блоки, *б* — полиспаст, *в, г* — ручные тали с кошкой, *д* — электротельфер, *1, 4* — электродвигатели, *2* — пусковое устройство, *3* — блок с крюком, *5* — кран-балка

200 кН (от 5 до 20 тс). Для установки оборудования применяют также клиновые домкраты (рис. 144, *в*), с помощью которых легко придать станкам строго горизонтальное или вертикальное положение. Тяжелые грузы поднимают гидравлическим домкратом (рис. 144, *г*).

Грузозахватные приспособления. Они применяются для захвата и удержания поднимаемых и перемещаемых (транспортируемых) грузов. Универсальные грузозахватные приспособления (крюки, кольца, серьги, траверсы и стропы) применяют для грузов различной конфигурации. Для нагрузок до 2,5 кН (250 кгс) используют крюки, откованные из круглого прутко-

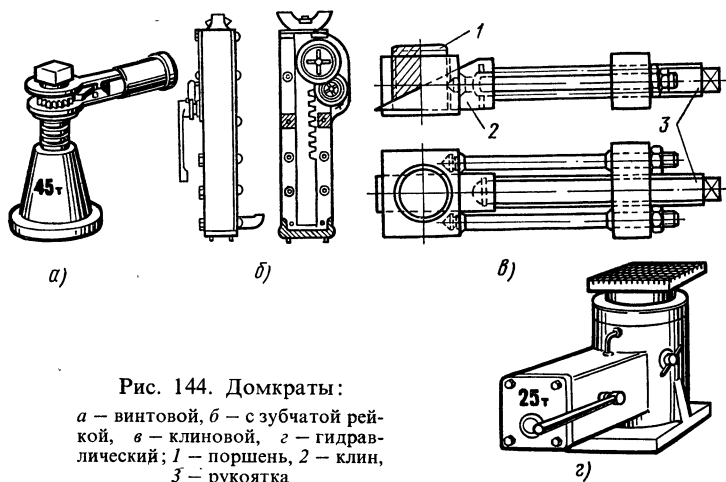


Рис. 144. Домкраты:

а — винтовой, *б* — с зубчатой рейкой, *в* — клиновой, *г* — гидравлический; 1 — поршень, 2 — клин, 3 — рукоятка

вого материала, или крюки прямоугольного сечения (рис. 145, *а*). Для более тяжелых грузов используют цельнокованные однорogie и двурогие крюки (рис. 145, *б*), однорogie — для грузов массой до 500 кН (50 тс), двурогие — до 1 МН (до 100 тс).

Во избежание самопроизвольного срыва каната с крюка грузозахватного приспособления крюки оборудуют специальными предохранительными устройствами. Примеры подобных устройств показаны на рис. 145, *а* (справа), *в*.

Кольца и серьги показаны на рис. 145, *г*. Кольца 1 и серьги 2 служат для соединения отдельных элементов грузозахватных приспособлений, а также для навески последних на крюки подъемных механизмов. Наиболее широко применяют кольца овальной, круглой и треугольной формы.

Канаты, тросы, стропы. Для перемещения оборудования небольшой массы используют простые пеньковые канаты, а для монтажных работ — смоленые и бельные пеньковые канаты машинной крутки, состоящие из трех, реже из четырех прядей.

Стальные проволоочные канаты (тросы) для монтажных работ состоят из шести круглых проволоочных прядей, расположенных вокруг пенькового сердечника. Сердечник придает стальному канату гибкость, кроме того, он поглощает смазку и предохраняет проволоки каната от ржавчины.

Канатные и цепные стропы (рис. 145, *д*, *е*, *ж*) предназначены для навешивания грузов, имеющих специальные приспособления в виде рым-болтов, крюков, скоб. Универсальные стропы

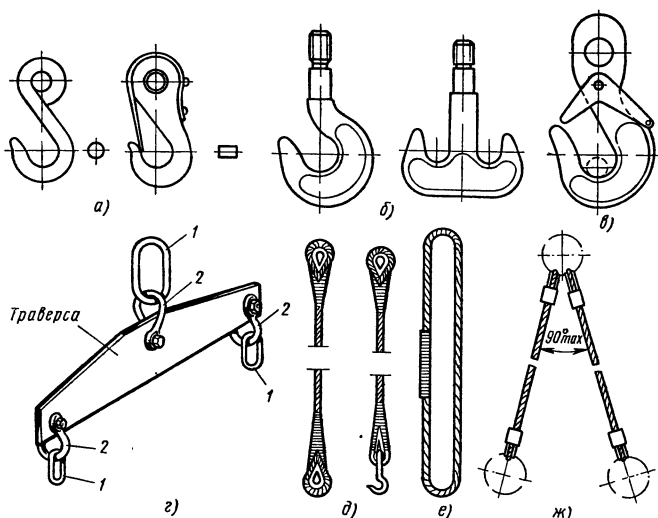


Рис. 145. Грузозахватные приспособления:

а, б, в — крюки, г — кольца и серьги, д — стропы открытые,
е — то же, закрытые, ж — то же, двухветвевые

служат для строповки грузов обвязкой. Стропы изготавливаются одноветвевые, двух-, трех- и четырехветвевые. Конец троса закладывают петлей в стальной, медный или латунный коуш, предохраняющий проволоки от истирания.

Управлять кранами и другими подъемными и транспортными механизмами с машинным приводом, в том числе самоходными тележками, а также зацеплять и подвязывать грузы могут только специально обученные лица, успешно сдавшие экзамены по технике безопасности и имеющие соответствующее о том удостоверение.

§ 5. ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ

Развитие автоматизации производственных процессов привело к появлению принципиально новых устройств для выполнения вспомогательных и даже сборочных операций — машин с человекоподобными действиями, которым дали название роботы. Роботы производят такие операции, как установку и съем заготовок и готовых деталей, погрузку и разгрузку, сборку, сварку, включение и выключение оборудования. Эти новые средства автоматизации выделены в особый класс устройств — «промышленные роботы».

Промышленный робот — это устройство с программным управлением, выполняющее автоматически вспомогательные (установка, съем, погрузка, разгрузка) и технологические операции (сборка, сварка, пайка, окраска) в процессе изготовления изделия.

Все промышленные роботы имеют «руку», которую называют манипулятором, механизм для захвата и подачи предмета обработки или средства обработки.

Робот обычно состоит из манипулятора, блока программного управления, двигателя, движителя, регистрирующих и анализирующих блоков (датчиков), блоков управления, телекамеры, дальномера. Основные устройства монтируются на специальной раме или в жестком кожухе. Рама крепится к полу или подвесу неподвижно, а также может иметь движители — колеса, ролики для перемещения по полу, направляющим рельсам или платформам. Пульт управления может выполняться выносным или на роботе. Выносные пульта могут обслуживать сразу несколько специальных роботов, работающих по жесткой программе действия.

В качестве силовых агрегатов роботов используют гидравлические и пневматические станции, которые могут быть автономными или выносными.

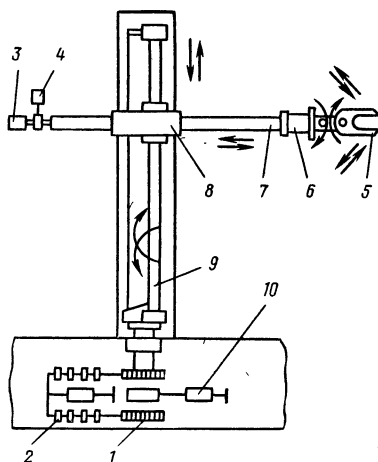


Рис. 146. Функциональная схема робота:

1 — зубчатая передача, 2 — гидроцилиндр поворота колонки, 3, 4 — гидроцилиндры поворота кисти, 5 — захват, 6 — кисть, 7 — рука, 8 — каретка, 9 — колонна, 10 — гидроамортизатор

На рис. 146 представлена функциональная схема робота. Робот УМ-1 имеет пять степеней свободы, не считая движения схвата. Рука робота перемещается в цилиндрической системе координат, т. е. два ее движения прямолинейны. Движение руки 7 осуществляется от упора до упора. Положение упоров регулируется в зависимости от требуемой величины хода. Кисть 6 с захватом 5 поворачивается гидроцилиндрами поворота кисти 3, 4. Манипулятор перемещается по каретке 8, которая расположена на колонне 9. Вертикальное перемещение руки и по-

ворот колонны осуществляются гидроцилиндрами поворота 2 через тяговую цепную передачу со звездочками 1, насаженными на вал колонны. Ориентация заготовки осуществляется при повороте кисти 6. Плавность хода регулируется гидроамортизатором 10.

Робот УМ-1 имеет пульт ЧПУ и пульт ручного управления. Положение манипулятора и траектории его перемещения программируются. Обучение производится вручную с пульта ручного управления путем последовательного проведения руки робота по заданным точкам программы, и при этом определяются фактические координаты заданных точек. При ручном обучении программа записывается на перфоленту В системе управления роботом имеется устройство синхронизации работы с технологическим оборудованием, с помощью которого обеспечивается рабочий цикл обработки заготовки. По полученным командам робот снимает со станка готовую деталь и устанавливает новую заготовку.

Широкое применение находят роботы, у которых запись программы осуществляется по методу самообучения. Оператор при наладке перемещает руку с захватом в расчетные точки траектории движения. Положение манипулятора фиксируется в виде сигналов от кодовых датчиков в блоке памяти на магнитном барабане в определенной последовательности. После окончания обучения робот выполняет работу самостоятельно.

Роботы, выполняющие технологические процессы, имеют более совершенную память, которая позволяет получить информацию о внешней среде от различного типа датчиков. Роботы такого типа определяют наличие, положение и размеры предмета в рабочей зоне, контролируют величину усилия зажима.

На рис. 147 показана схема работы робота при сборке. Левый манипулятор 1 должен взять болт 2 и вставить его в отверстие детали 3, прежде определив его положение. Правый манипулятор 6 должен взять гайку 5, определить положение болта и навернуть гайку. Датчики усилий определяют усилие затяжки и число витков. Самостоятельность робота в выборе решений определяется заложенным алгоритмом программы. Если гайка выполнена с меньшим резьбовым отверстием, то возрастает контролируемое усилие затяжки и робот возвращает гайку на предметный стол. Деталь 3 удерживается манипулятором 4. Весь процесс управляется ЭВМ.

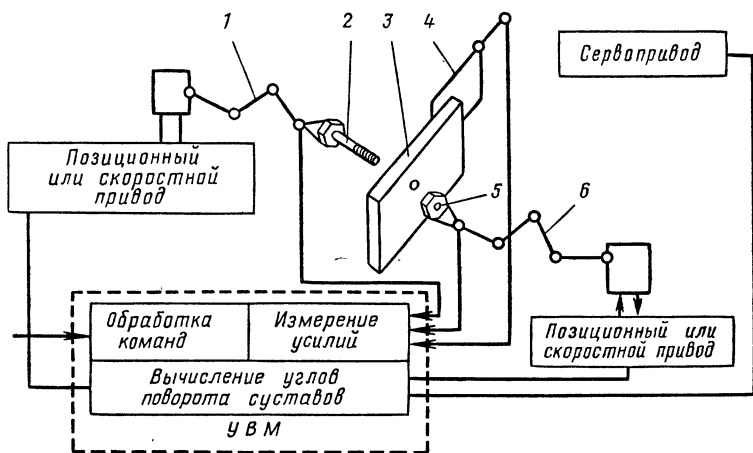


Рис. 147. Схема работы сборочного робота:

1 — левый манипулятор, 2 — болт, 3 — собираемая деталь, 4 — манипулятор, 5 — гайка, 6 — правый манипулятор

Контрольные вопросы

1. Расскажите об устройстве и работе станка-автомата для завинчивания винтов при сборке деталей.
2. Какие приспособления применяют для запрессовки деталей?
3. Какой механизированный инструмент применяют для сборки резьбовых соединений?
4. Как устроены питатели для загрузки штучных деталей?
5. Расскажите об автоматической сборке клапана двигателя внутреннего сгорания.
6. Какие подъемные механизмы и транспортные средства применяют в механосборочном цехе?

Глава XIII

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭКОНОМИКЕ ПРОИЗВОДСТВА

§ 1. СОЦИАЛИСТИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ЕЕ РОЛЬ В СОЗДАНИИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ КОММУНИЗМА

Создание материально-технической базы коммунизма означает полную электрификацию страны, комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов, широкое

применение химии в народном хозяйстве, развитие новых экономически эффективных отраслей производства, всестороннее и рациональное использование всех ресурсов, дальнейшее сближение науки с производством. Научно-технический прогресс — одна из основ создания материально-технической базы коммунизма.

Управление промышленностью в СССР. Вопросы управления социалистической промышленностью всегда находятся в центре внимания партии и правительства, которые определяют основные направления и формы конкретного руководства народным хозяйством.

Система управления социалистическим производством строится на ленинских принципах руководства народным хозяйством. Одним из основных принципов управления производством является обеспечение единства политического и хозяйственного руководства. Этот принцип вытекает из руководящей роли Коммунистической партии в общественно-производственной жизни, предполагает правильное сочетание текущей хозяйственной работы с политической работой среди трудящихся.

В СССР управление промышленностью осуществляется Советом Министров СССР через министерства, ведомства и объединения по отдельным отраслям промышленности.

Положение о социалистическом предприятии. На социалистическом промышленном предприятии средства производства и выпускаемая продукция являются общенародными. Социалистическая собственность на средства производства определяет организацию советских предприятий, которая характеризуется плановостью производственной и хозяйственной деятельности и государственным характером управления предприятием.

Предприятием руководит директор, назначаемый соответствующими государственными органами. Действия директора определяются «Положением о социалистическом государственном производственном предприятии», утвержденным Советом Министров СССР.

§ 2. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Все отрасли народного хозяйства развиваются на основе единого государственного плана, который подразделяется на перспективный (пятилетний) и годовой. Перспективный и годовой планы развития народного хозяйства составляются Госпланом СССР и утверждаются правительством. На основании

этих планов разрабатываются соответствующие планы для различных министерств и ведомств, которые задают планы объединениям, комбинатам и отдельным предприятиям.

На предприятиях разрабатываются перспективные и годовые планы, ежегодно составляются планы производственно-технической и финансовой деятельности предприятия. Годовой план производственной и хозяйственной деятельности предприятия включает в себя: план производства; план по материально-техническому снабжению; план по труду; план себестоимости продукции; план капитального строительства; финансовый план. На основании годового плана предприятия по каждому цеху составляют квартальные и месячные планы, представляющие собой дальнейшее развитие и детализацию годового плана.

Чтобы обеспечить ритмичное и бесперебойное выполнение месячного плана, увязать работу отдельных производственных участков и цехов, на заводе организуется календарное планирование выпуска продукции и диспетчерская служба, следящая за выполнением календарных планов и координирующая работу участков и цехов. В своей работе диспетчерская служба руководствуется месячным календарным планом-графиком выпуска продукции для каждого цеха.

Одной из задач материально-технической подготовки производства является своевременная подача деталей и сборочных единиц на сборку. Несвоевременная подача деталей ведет к срыву сборки сборочных единиц или общей сборки изделия, нарушает ритмичность работы сборочного цеха. Чтобы своевременно подать детали, необходимо заранее знать, когда и какая деталь (сборочная единица) в порядке технологической последовательности потребуется, а также своевременно обеспечить получение этих деталей и сборочных единиц из механических и других смежных цехов.

§ 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Сборочные цехи машиностроительного завода выполняют завершающий этап изготовления машин и являются организующим звеном во всей производственной деятельности предприятия. Заготовительные и обрабатывающие цехи работают на сборку, обеспечивая ее всеми необходимыми деталями и полуфабрикатами.

Работа сборочного цеха, как правило, определяет количественные и качественные результаты деятельности всего предприятия. Именно от работы сборочного цеха в значительной

степени зависит выполнение производственной программы предприятия по выпуску готовой продукции.

Организовать производство — значит правильно расставить работников, разделить труд, распределить работу между работниками и обеспечить проверку ее выполнения. Труд рабочих на производственном участке организует мастер, в масштабе цеха этим занимается начальник цеха, а заводом в целом руководит директор, используя для этого имеющийся в его распоряжении аппарат заводоуправления.

Заводоуправление состоит из ряда отделов: технологического, планового, конструкторского и других, помогающих директору и главному инженеру завода решать вопросы техники, организации и экономики производства, руководить цехами.

Существуют общие принципы построения управления заводом и цехами. Этими принципами являются единоначалие, хозяйственный расчет, плановость, участие коллектива в управлении и контроле хозяйственной деятельности.

Начальник цеха руководит цехом на основе единоначалия и непосредственно подчиняется руководству завода. Он руководит производственными участками цеха через подчиненных мастеров.

Одной из форм участия трудящихся в управлении производством являются производственные совещания, на которых обсуждают производственные планы и планы организационно-технических мероприятий, заслушивают отчеты руководителей и предложения трудящихся, контролируют рассмотрение и внедрение предложений.

Бригадная форма организации труда. Одним из направлений осуществляемой в стране перестройки хозяйственного механизма является внедрение бригадной организации труда. В бригаду объединяются рабочие для совместного и согласованного выполнения общего производственного задания и изготовления законченной продукции.

В зависимости от профессионального состава работающих бригады могут быть: специализированные, объединяющие рабочих одной профессии, выполняющих технологически однородные работы; комплексные, объединяющие рабочих разных профессий (специальностей), выполняющих взаимосвязанные работы по производству продукции.

Различают три типа комплексных бригад: с полным разделением труда, частичным и без разделения труда. В бригадах с полным разделением труда рабочие разных профессий специализированы на выполнении определенных операций или функций, входящих в общебригадный комплекс работ.

В бригадах с частичным разделением труда помимо специализации на выполнении основных операций, обусловленных технологическим процессом, каждый член бригады должен овладеть второй (смежной) профессией и при необходимости выполнять операции, входящие в обязанность рабочих других профессий.

При полном отсутствии разделения труда каждый рабочий овладевает полным комплексом общебригадных работ (осуществляется взаимозаменяемость).

В состав бригады могут включаться основные и вспомогательные рабочие. При комплектовании бригад исходят из того, чтобы средний разряд рабочих не превышал среднюю разрядность работы.

Руководство бригадой осуществляет бригадир. Оплата труда рабочих осуществляется в соответствии с действующими ставками (окладами), сдельными расценками и положениями об оплате труда и премировании. Заработная плата начисляется бригаде по единому наряду по конечным (коллективным) результатам работы.

Рабочие производственных бригад сборочных цехов премируются за выполнение плана по номенклатуре, выполнение и перевыполнение бригадного задания по объему, за выполнение плана внедрения технически обоснованных норм времени (ТОН), за бездефектное изготовление и сдачу продукции с первого предъявления.

§ 4. СОРЕВНОВАНИЕ ЗА КОММУНИСТИЧЕСКИЙ ТРУД И ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Важной формой социалистического соревнования является соревнование за звание ударника коммунистического труда. Движение за звание ударника коммунистического труда развивается под лозунгом «Учиться, работать и жить по-коммунистически!».

Обязательства участников этого движения предусматривают, во-первых, достижение высшей производительности труда, внедрение и освоение новейшей техники и технологии, досрочное выполнение производственных планов, во-вторых, повышение производственной квалификации, политических и общеобразовательных знаний, в-третьих, борьбу с пережитками прошлого и воспитание у всех участников соревнования коммунистической нравственности.

Социалистическое соревнование за коммунистический труд может носить как индивидуальный, так и коллективный харак-

тер. Во многих случаях обе эти формы соревнования организуются одновременно и дополняют друг друга. Так, слесари механосборочных работ могут участвовать в соревновании за выполнение индивидуальных обязательств за почетное звание ударника коммунистического труда, но в то же время вместе со всем коллективом участка цеха соревноваться с другими участками, цехами за досрочное выполнение и перевыполнение производственного плана и т. д.

Большую роль в организации и развитии социалистического соревнования играет сила примера, стремление овладеть методами и приемами труда передовых рабочих. Формы и методы передачи передового опыта разнообразны: индивидуальное и бригадное обучение, школы передового опыта, лекции по обмену опытом и лекции «дни новаторов» и т. п. Таким образом, социалистическое соревнование укрепляет товарищескую взаимопомощь и способствует подтягиванию всех рабочих участка цеха до уровня передовых. Очень важным условием организации социалистического соревнования является систематическая проверка хода соревнования и показ его результатов. Для этого используются различные формы: доски соревнования, цеховые и общезаводские доски Почета, книги Почета предприятия, куда заносятся победители соревнования.

Итоги соревнования подводятся обычно местным комитетом профсоюза и оглашаются на собраниях соревнующихся коллективов. При этом немаловажное значение имеет критика, обсуждение предложений по улучшению работ участка, цеха, предприятия. Обязательным условием правильной организации соревнования является не только моральное, но и материальное поощрение победителей соревнования.

Значение движения коллективов и ударников коммунистического труда как разведчиков будущего состоит в том, что оно представляет собой важную ступень постепенного перехода от социалистической организации труда к высшей форме организации труда — коммунистической.

§ 5. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭСТЕТИКА И НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА (НОТ)

Основное назначение производственной эстетики — способствовать повышению производительности труда путем улучшения условий труда, создания удобного и красивого внешнего вида производственной обстановки.

Задача производственной эстетики состоит в том, чтобы внести художественное начало в производственную деятель-

ность. В нашей стране ведется большая работа по улучшению качества продукции путем внедрения методов художественного конструирования. Главная цель этой работы — улучшение внешнего вида изделий в соответствии с современными эстетическими требованиями.

Эстетика труда тесно связана с культурой производства она является составной частью научной организации труда (НОТ). Проблема культуры труда на производстве связана с рядом естественно-научных дисциплин: светотехникой, цветоведением, акустикой, гигиеной, физиологией, инженерной психологией и др. Она зависит от таких факторов, как планировка цехов, общий уровень технологического оборудования, механизация и автоматизация процессов труда, оснащение рабочих мест, чистота и порядок в цехах и т. д. Все эти факторы влияют на эстетическое воспитание человека.

Научная организация труда (НОТ). Под научной организацией труда понимают широкую систему мероприятий, основанных на последних достижениях науки и техники и направленных на обеспечение максимальной производительности труда при минимальных затратах человеческой энергии. Научная организация труда заключается не только в оптимальной организации трудовых процессов, но и в создании благоприятных для человека условий труда.

§ 6. НАПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА И ВНЕДРЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ МЕТОДОВ ТРУДА

Технический прогресс и современная организация производства должны быть полностью использованы на предприятии. Это предполагает и более высокие темпы роста производительности труда. Повышение производительности труда означает снижение затрат труда на единицу продукции, благодаря чему предприятие имеет возможность выпускать больше продукции в расчете на каждого работника. Изучение опыта передовых слесарей-сборщиков, а также новаторов производства позволяет вскрыть и использовать новые резервы повышения производительности труда.

Большое значение имеет изучение опыта лучших сборщиков в организации рабочего места и распределении работы между членами бригады. Многие передовые рабочие добиваются высокой производительности труда не только за счет лучшей организации рабочего места, совершенствования приемов труда, но и за счет улучшения конструкции выпускаемых изделий. Слесари-сборщики лучше, чем рабочие других специальностей,

знакомы с конструкцией собираемой машины, с взаимодействием ее сборочных единиц и деталей. Они первые в процессе сборки обнаруживают то, что снижает технологичность, затрудняет сборку, демонтаж, а нередко и эксплуатацию машины.



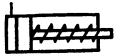
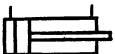

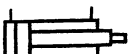
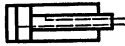


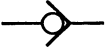

Распространяя опыт новаторов, делая его достоянием всех сборщиков, следует в первую очередь помнить следующее: чтобы вносить творческие поправки в конструкцию собираемого изделия или применяемого инструмента, слесарь механосборочных работ должен обладать соответствующими техническими знаниями, уметь хорошо читать чертежи, в совершенстве знать свое дело. Передовые слесари-сборщики изучают конструкцию каждого нового изделия еще до запуска его в производство. Этому способствует творческое сотрудничество сборщиков с конструкторами и технологами, создающими изделия.

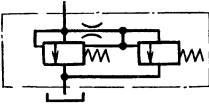
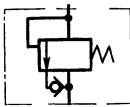
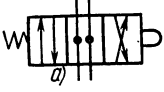
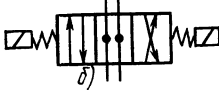
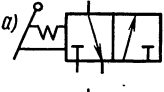
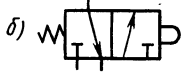
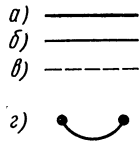
ПРИЛОЖЕНИЯ

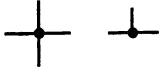



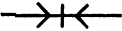
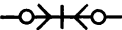


1. Соотношения между единицами измерения давления

Едини- цы	кгс/см ²	бар	Па	<i>p. s. i.</i>	мм рт. ст.	мм вод. ст.
1 ат (кгс/ см ²)	1	0,98	$9,81 \cdot 10^4$	14,22	735,6	10^4
1 бар (10^5 Н/м ²)	1,02	1	10^5	14,50	770,3	$1,02 \cdot 10^4$
1 Па (Н/м ²)	$1,02 \cdot 10^{-5}$	10^{-5}	1	$1,45 \cdot 10^{-4}$	$7,50 \cdot 10^{-3}$	0,102
1 <i>p. s. i.</i> (фунт/ кв. дюйм)	0,07	0,07	$6,9 \cdot 10^3$	1	51,71	703
1 мм рт. ст.	$1,36 \cdot 10^{-3}$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	133,3	$19,34 \cdot 10^{-3}$	1	1,36
1 мм вод. ст.	10^{-4}	$9,81 \cdot 10^{-5}$	9,81	$1,42 \cdot 10^{-3}$	$7,36 \cdot 10^{-2}$	1





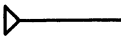

**2. Условные графические обозначения в схемах элементов
гидравлических систем**
(ГОСТ 2.780—68, 2.781—68, 2.782—68, 2.784—70)

Наименование элементов	Обозначение
Бак под атмосферным давлением	
Насос постоянной производительности с постоянным направлением потока	
Цилиндр одностороннего действия с возвратом штока пружиной	
Цилиндр двустороннего действия с односторонним штоком	
Цилиндр двустороннего действия с двусторонним штоком	
Цилиндр дифференциальный	
Цилиндр двустороннего действия с подводом рабочей среды через шток: а — с односторонним штоком б — с двусторонним штоком	а)  б) 
Дроссель	
Клапан обратный	
Клапан предохранительный	

Наименование элементов	Обозначение
Клапан предохранительный с переливным золотником (допускается упрощенное обозначение — см. предыдущий эскиз)	
Золотник напорный с обратным клапаном с управлением от основного потока	
Распределитель 4/3 (золотник четырехходовой с соединением нагнетательной линии и обоих отводов на бак при среднем положении золотника) с управлением: а — от кулачка с пружинным возвратом б — от двух электромагнитов	 
Распределитель 3/2 (трехходовой двухпозиционный) с управлением: а — от рукоятки с фиксатором, б — от кулачка с пружинным возвратом	 
Линия связи: а — всасывания, напора, слива б — управления в — дренажные г — гибкий шланг, примыкающий к подвижным элементам станка (машины)	
Примечание. Линии по пункту а должны быть в 3 раза толще линий по пунктам б, г	

Наименование элементов	Обозначение
Соединение линий связи	
Перекрещивание линий связи (без соединения)	
Место удаления воздуха из гидросистемы	
Место контроля или отбора энергии рабочей среды или присоединения аппарата	
Соединение (муфта) быстросъемное а — без обратных клапанов б — с обратным клапаном	а)  б) 
Подвод жидкости под давлением (без указания источника питания)	
Слив жидкости из системы	

3. Условные графические обозначения элементов пневматических систем в схемах (ГОСТ 2.780—68, 2.782—68, 2.784—70)

Наименование элементов	Обозначение
Камера мембранная: а — одностороннего действия б — двустороннего действия	<p>а) </p> <p>б) </p>
Влагоотделитель с ручным спуском конденсата	
Маслораспылитель	
Подвод воздуха под давлением (без указания источника питания)	
Выпуск воздуха в атмосферу	

Международная система единиц – СИ

Международная система единиц			Некоторые единицы других систем и внесистемные		
Величина	Наименование единиц	Сокращенное обозначение единиц	Наименование единицы	Сокращенное обозначение единиц	Соотношение с единицей СИ

Основные единицы

Длина	метр	м	сантиметр	см	0,01 м
Масса	килограмм	кг	грамм	г	0,001 кг
			килограмм-сила-секунда в квадрате на метр	кгс·с ² /м	9,80665 кг
Время	секунда	с	минута	мин	60 с
Сила электрического тока	ампер	А	—	—	—
Термодинамическая температура	кельвин	К	градус Цельсия	°C (t)	K = t + 273,15
Количество вещества	моль	моль	—	—	—
Сила света	кандела	кд	—	—	—

Дополнительные единицы

Плоский угол	радиан	рад	градус	°	0,01745329 рад
Телесный угол	стерадиан	ср	—	—	—

Некоторые производные единицы

Механическая сила	ньютон	Н	килограмм-сила	кгс, кГ	9,80665 Н
Давление, механическое напряжение	паскаль	Па	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см ²	9,80665 Па
Мощность, поток энергии	ватт	Вт	килограмм-сила-метр в секунду	кгс·м/с	9,80665 Вт
Частота вращения		с ⁻¹	число оборотов в минуту	об/мин	1/60 с ⁻¹
Количество теплоты	джоуль	Дж	килокалория	ккал	4,187 Дж

Продолжение прилож.

Международная система единиц			Некоторые единицы других систем и внесистемные		
Величина	Наименование единиц	Сокращенное обозначение единиц	Наименование единицы	Сокращенное обозначение единиц	Соотношение с единицей СИ
Крутящий момент	ньютон-метр	Н · м	килограмм-сила-метр		9,81 Н · м
Удельный расход топлива	килограмм на джоуль	кг/Дж	грамм на лошадиную силу-час	г/л.с · ч	$2,65 \cdot 10^{-9}$ кг/Дж
Теплота сгорания (теплотворная способность)	на килограмм	Дж/кг	килокалория на килограмм	ккал/кг	4186,8 Дж/кг
Кинематическая вязкость	стокс	Ст	квадратный метр на секунду	м ² /с	1 Ст = 0,0001 м ² /с

ЛИТЕРАТУРА

Бабулин Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей. — М. Высшая школа, 1978.

Вораксо Л. С., Гугорев А. А., Демидов И. П. Монтаж электрооборудования металлорежущих станков. — М. Машиностроение 1974.

Журавлев А. Н. Допуски и технические измерения, 7-е изд. М. Высшая школа, 1981.

Макиенко Н. И. Общий курс слесарного дела. — М. Высшая школа, 1980.

Макиенко Н. И. Практические работы по слесарному делу М.. Высшая школа, 1982.

Скакун В. А. Руководство по обучению слесарному делу — М. Высшая школа, 1977

Чумак Н. Г. Материалы и технология машиностроения. — М. Машиностроение, 1979

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Основные сведения о производстве. Безопасность труда. Противопожарные мероприятия	5
§ 1. Понятие о производственном процессе и структуре завода	5
§ 2. Организация рабочего места	7
§ 3. Безопасность труда, производственная санитария и противопожарные мероприятия	10
Глава II. Технологический процесс механосборочных работ	13
§ 1. Понятие о технологическом процессе	13
§ 2. Основные сведения о деталях и сборочных единицах	14
§ 3. Организационные формы сборки	15
§ 4. Порядок соединения деталей и сборочных единиц	17
§ 5. Сборка сборочных единиц	19
§ 6. Виды соединений при сборке	21
Глава III. Сборка разъемных соединений	22
§ 1. Резьбовые соединения	22
§ 2. Стопорение резьбовых соединений	28
§ 3. Сборка резьбовых соединений	30
§ 4. Инструмент для сборки и разборки резьбовых соединений	33
§ 5. Сборка шпоночных соединений	35
§ 6. Сборка шлицевых соединений	37
§ 7. Сборка конических и трубных соединений	38
§ 8. Клеммовые соединения	43
Глава IV. Сборка неразъемных соединений	44
§ 1. Соединение деталей заклепками	44
§ 2. Соединение деталей с помощью пайки	47
§ 3. Соединение деталей склеиванием	54
§ 4. Соединение деталей сваркой	57
§ 5. Соединение деталей с гарантированным натягом	60
Глава V. Сборка типовых деталей и сборочных единиц	63
§ 1. Валы, оси и опоры	63
§ 2. Муфты и тормоза	64
§ 3. Сборка валов, осей и муфт	69
§ 4. Сборка подшипников скольжения и качения	71
§ 5. Применение при сборке уплотняющих устройств подшипников	78

Глава VI. Сборка сборочных единиц с поступательно движущимися деталями	81
§ 1. Направляющие и компенсаторы	81
§ 2. Пробивка маяков на направляющих	84
§ 3. Контроль направляющих	86
Глава VII. Сборка механизмов передачи вращательного движения	90
§ 1. Передаточные устройства	90
§ 2. Гибкие передачи и сборка шкивов	91
§ 3. Балансировка деталей	96
§ 4. Сборка цепной передачи	99
§ 5. Зубчатые передачи	104
§ 6. Сборка зубчатых передач	116
Глава VIII. Сборка механизмов преобразования движения	126
§ 1. Винтовые механизмы	126
§ 2. Сборка кривошипно-шатунного механизма	129
§ 3. Сборка поршневой группы	132
§ 4. Сборка эксцентрикового механизма	133
§ 5. Сборка кулисного механизма	135
§ 6. Сборка храпового механизма	137
§ 7. Сборка карданных передач и передач с гибкими валиками	139
Глава IX. Сборка механизмов приводов	142
§ 1. Электроприводы	142
§ 2. Гидроприводы и монтаж гидросистем металлорежущих станков	142
§ 3. Назначение, устройство и сборка насосов	148
§ 4. Контрольно-регулирующие устройства	160
§ 5. Сборочные единицы гидроприводов	167
§ 6. Гидравлические схемы	171
Глава X. Элементы пневматических устройств	174
§ 1. Общие сведения о сжатом воздухе	174
§ 2. Компрессоры	174
§ 3. Воздухосборники, воздухопроводы, соединения	176
§ 4. Пневматический привод	178
§ 5. Аппаратура для подготовки воздуха	181
§ 6. Пневмогидравлический привод	188
§ 7. Сборка, монтаж и эксплуатация пневматических устройств	190
Глава XI. Общая сборка	192
§ 1. Общая сборка изделия	192
§ 2. Контроль качества сборки и испытание изделия	193
§ 3. Правила безопасности труда при сборке и испытании сборочных единиц и машин	197
Глава XII. Механизация и автоматизация сборочных работ	198
§ 1. Требования к технологичности конструкции деталей и сборочных единиц	198

§ 2. Механизация и автоматизация сборки прессовых соединений	205
§ 3. Основные элементы сборочных автоматов	209
§ 4. Механизация подъемно-транспортных операций	214
§ 5. Промышленные роботы	219
Глава XIII. Основные сведения об организации и экономике производства	222
§ 1. Социалистическая промышленность и ее роль в создании материально-технической базы коммунизма	222
§ 2. Планирование промышленного производства	223
§ 3. Организация производства	224
§ 4. Соревнование за коммунистический труд и повышение производительности труда	226
§ 5. Производственная эстетика и научная организация труда (НОТ)	227
§ 6. Направление технического прогресса и внедрение передовых методов труда	228
Приложения	230
Литература	237

**Анатолий Михайлович Крысин,
Иван Захарович Наумов**

**СЛЕСАРЬ
МЕХАНОСБОРОЧНЫХ РАБОТ**

Редактор А. М. Мокрецов
Художник А. С. Александров
Художественный редактор В. П. Спирова
Технический редактор З. В. Нуждина
Корректор Г. А. Четкина

ИБ № 4397

Изд. № М-201. Сдано в набор 02.12.82. Подп. в печать 08.07.83. Т-03875.
Формат 84×108¹/₃₂. Бум. тип. № 3. Гарнитура «Таймс». Печать высокая.
Объем 12,6 усл. печ. л. Усл. кр.-отт. 12,81. Уч.-изд. л. 13,55. Тираж 89 000 экз.
Заказ № 698. Цена 30 коп.

Издательство «Высшая школа»,
101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., 29/14

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский просп., 15.

30 коп.