

741/744
9-92

С.А.Фролов, А.В. Воинов, Е.Д.Феоктистов

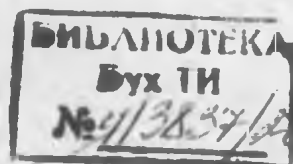
МАШИНО- СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ



С.А. Фролов, А.В. Воинов, Е.Д. Феоктистова

МАШИНО- СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

*Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР
в качестве учебного пособия для студентов высших технических
учебных заведений*



МОСКВА * МАШИНОСТРОЕНИЕ * 1981

ББК 30.11я73

Ф91

УДК 744 (075.8)

Рецензенты: кафедра начертательной геометрии
и черчения Московского института инженеров
сельскохозяйственного производства им. В. П. Горячкина
и канд. техн. наук доц. В. Д. Самилкин

Фролов С. А. и др.

Ф91 Машиностроительное черчение: Учеб. пособие для
вузов/С. А. Фролов, А. В. Воинов, Е. Д. Феокти-
стова. — М.: Машиностроение, 1981. — 304 с., ил.

В пер.: 75 к.

В пособии, наряду с основными положениями машиностроительного
черчения, описаны современные способы размножения технической докумен-
тации, а также механизации и автоматизации чертежно-конструкторских
работ. Материал изложен в полном соответствии с ЕСКД и программой по
черчению для вузов.

Ф 30105-027
038(01)-81 27-81. 2104000000

ББК 30.11я73
607

ИБ № 604

Сергей Аркадьевич Фролов, Александр Васильевич Воинов,
Елена Дмитриевна Феоктистова

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Редактор И. Г. Калашникова
Художественный редактор А. Л. Степанова
Технический редактор Н. В. Тимофеев
Корректоры А. П. Озерова и О. Е. Мишина
Переплет художника С. Н. Орлова

Сдано в набор 12.02.81. Подписано в печать 24.06.81.

Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 3.

Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 19,0.
Уч.-изд. л. 18,6. Тираж 245 000 экз. (2-й з-д 40 001—80 000 экз.)
Заказ 627. Цена 75 к.

Издательство «Машиностроение»,
107076, Москва, Б-76, Стромынский пер., 4.

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

© Издательство «Машиностроение», 1981 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «Машиностроительное черчение» предназначено для студентов технических вузов всех специальностей, кроме архитектурных и строительных.

Материал учебного пособия полностью соответствует действующей программе курса «Черчение». Изложение материала базируется на требованиях Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), ГОСТов и стандартов СЭВ с некоторыми отступлениями и особенностями, определяемыми условиями учебного процесса.

Эти отступления и особенности допущены в соответствии с приказом Министерства высшего и среднего специального образования СССР № 634 от 17 сентября 1970 г., согласованного с Государственным Комитетом СССР по стандартам.

Чтобы заострить внимание обучающихся на чертеже и привить навыки его чтения, текстовый материал учебника широко иллюстрирован графическим материалом из современного машино- и приборостроения.

При изложении материала особое внимание уделено таким важным разделам курса, как эскизирование, составление рабочих чертежей деталей, чертежей общего вида изделий и изображение деталей, выполненных из пластмасс, армированных металлами.

Многие чертежи выполнены с рекомендованными ГОСТами упрощениями. Для облегчения чтения чертежей в некоторых из них не учитывались требования технологии.

Впервые в учебное пособие по машиностроительному черчению включен раздел, в котором излагаются сведения о современных способах размножения технической (графической) документации и автоматизации процесса выполнения чертежей.

В гл. IX показана возможность использования современных ЭВМ для комплексной автоматизации проектно-конструкторской деятельности человека.

Большое число иллюстраций и достаточно подробное изложение материала позволяет лицам, занимающимся в системе заочного образования, использовать пособие для самообучения.

Работа по составлению пособия была распределена между членами авторского коллектива следующим образом: предисловие,

введение, гл. I, II, III и 6 51 гл. IX написаны С. А. Фроловым; гл. VI, VII, IX — А. В. Вонновым; гл. IV, V, VIII — Е. Д. Феоктистовой.

При работе над рукописью был использован богатый материал по преподаванию машиностроительного черчения, накопленный в течение 150 лет в Московском высшем техническом училище им. Н. Э. Баумана.

Отдельные разделы курса помогли написать преподаватели кафедры «Начертательная геометрия и машиностроительное черчение» МВТУ им. Н. Э. Баумана (гл. IV — канд. техн. наук Андреев С. Г., гл. VI — канд. техн. наук Волков С. М., гл. VII — канд. техн. наук Калинин В. Н.; гл. VIII — канд. техн. наук Вельтищев В. В.; гл. IX — канд. техн. наук Марков В. М.).

Отзывы о книге и пожелания по ее улучшению авторы просят присылать на кафедру начертательной геометрии и машиностроительного черчения МВТУ им. Н. Э. Баумана по адресу: 107005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5.

ВВЕДЕНИЕ

Графическое изображение различных предметов появилось как средство общения людей еще до создания письменности.

Оформление и содержание графических изображений непрерывно изменялось с развитием производительных сил общества.

Чертежи применяли при строительстве жилищ, крепостей и других сооружений. Эти чертежи (планы) обычно выполняли в натуральную величину прямо на земной поверхности, на месте будущего сооружения. В дальнейшем такие планы-чертежи стали выполнять на дереве, пергаменте и холсте в уменьшенном размере.

На одном изображении часто совмещали план (вид сверху) и фасад (вид спереди) какого-либо сооружения, например моста (рис. 1). Впоследствии (в XVII в.) стали применять чертежи, содержащие несколько раздельных видов. При изображении изделий в это время еще не придерживались масштабов, но на чертежах уже стали наносить размеры. С начала XVIII столетия появляются чертежи, выполненные с соблюдением масштаба.

В настоящее время чертеж является основным документом, при помощи которого инженер передает свои идеи и мысли, относящиеся к какому-либо изделию (детали, машине, прибору или сооружению), а рабочий получает возможность осуществить изготовление этого изделия.

Составленный по правилам и нормам международных стандартов чертеж понятен любому инженеру, технически грамотному рабочему независимо от страны, в которой он живет, и языка, на котором он говорит. Чертеж становится международным «языком техники». Естественно, обучение в совершенстве владеть этим «языком» является непременным условием подготовки инженера любой специальности.

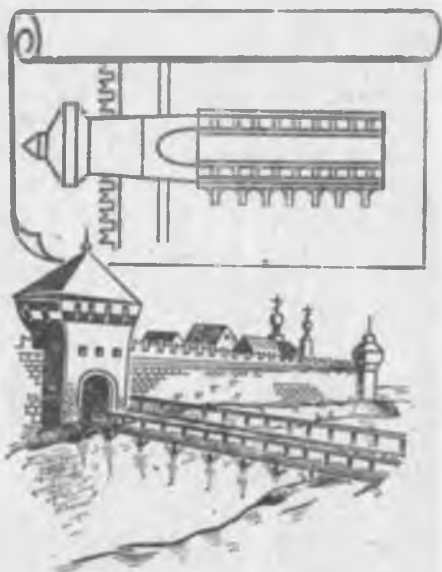


Рис. 1

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ЕЕ ОФОРМЛЕНИИ

§ 1. ПОНЯТИЕ О СТАНДАРТИЗАЦИИ

В XX в. в связи с бурным развитием науки и техники, возросшими масштабами производства и расширением ассортимента выпускаемых изделий возникла необходимость соблюдения принципа взаимозаменяемости изделий.

Задачу взаимозаменяемости можно решить с помощью стандартизации. Первые организации по стандартизации появились в наиболее развитых в промышленном отношении странах: Германии (1917 г.), США и Франции (1918 г.), Японии (1919 г.).

В Советском Союзе начало стандартизации связано с созданием Комитета по стандартизации при Совете труда и обороны (15 сентября 1925 г) *.

Отмеченные организации по стандартизации имели внутригосударственный (национальный) характер.

Расширение товарооборота и международного сотрудничества в области науки и техники привело к созданию международных организаций по стандартизации. Крупнейшими среди них являются: ИСО — международная организация по стандартизации, созданная в 1947 г., и Постоянная Комиссия по стандартизации Совета Экономической Взаимопомощи (ПКС СЭВ).

Дальнейшее расширение производства, повышение качества изготавливаемой продукции немисливо без комплексной стандартизации, устанавливающей оптимальные требования к качеству сырья, материалов, комплектующих изделий, средств и методов измерения и контроля продукции. Необходимо также унифицировать требования к конструкторской и технологической документации.

В настоящее время в Советском Союзе созданы системы стандартизации, охватывающие все стороны производственной деятельности современного общества. К ним, в частности, относятся:

- Государственная система стандартизации (ГСС);
- Единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- Единая система технологической документации (ЕСТД);

* В 1954 г. на базе этого Комитета при Совете Министров СССР был создан Комитет стандартов, мер и измерительных приборов, впоследствии (в 1970 г.) преобразованный в Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР (в настоящее время — Государственный комитет СССР по стандартам).

- Система показателей качества продукции (СПКП);
- Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ);
- Унифицированные системы документации (УСД) и др.

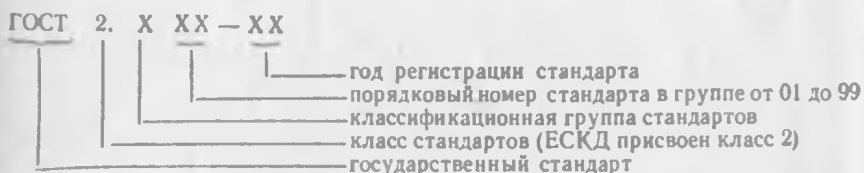
Системы стандартизации включают в себя набор взаимосвязанных требований к различным областям деятельности современного производства в масштабах государства. Эти требования находят отражение в государственных стандартах Союза ССР (ГОСТах).

Строгое соблюдение ГОСТов обеспечивает: сокращение срока освоения производства новых изделий; увеличение удельного веса выпуска продукции высшего качества; повышение производительности труда; снижение себестоимости.

В задачи курса «Машиностроительное черчение» входит ознакомление с Единой системой конструкторской документации, изучение ГОСТов, входящих в состав 1, 2, 3, 4 и 7 групп (см. ниже табл. 1), а также стандартов СЭВ ЕСКД, которые утверждены и введены в действие Государственным комитетом СССР по стандартам в качестве государственных стандартов СССР.

ГОСТы и стандарты ЕСКД СЭВ представляют собой комплексы стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, положения и нормы на порядок разработки, оформление и обращение конструкторской документации, применяемой всеми организациями и предприятиями Советского Союза и стран—членов СЭВ.

Обозначение стандартов ЕСКД построено по классификационному принципу. В общем виде обозначение любого стандарта ЕСКД следующее:



Распределение стандартов ЕСКД по классификационным группам приведено в табл. 1.

В настоящее время в Советском Союзе кроме государственных стандартов (ГОСТов) действуют две группы стандартов СЭВ.

К первой группе относятся стандарты СЭВ, устанавливающие нормы, технические условия и другие требования, на которые не было ГОСТов. Эти стандарты СЭВ приняты у нас в качестве государственных. Примером таких стандартов СЭВ может служить СТ СЭВ 543—77 «Числа. Правила записи и округления».

Вторую группу составляют стандарты СЭВ, которые заменили существовавшие ранее ГОСТы СССР. Например, ГОСТ 9150—59 «Резьба метрическая для диаметров от 1 до 600 мм. Основные размеры» отменен и с 1 января 1978 г. в качестве государственного

Таблица 1

Шифр группы	Содержание стандартов в группе	№ стандарта
0	Общие положения	ГОСТ 2.001—70 — ГОСТ 2.004—79
1	Основные положения	ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76) — ГОСТ 2.121—73
2	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах	—
3	Общие правила выполнения чертежей	ГОСТ 2.301—68 — ГОСТ 2.317—69
4	Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения	ГОСТ 2.401—68 (СТ СЭВ 285—76) — ГОСТ 2.427—75
5	Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений)	ГОСТ 2.501—68 — ГОСТ 2.503—74
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации	ГОСТ 2.601—68 — ГОСТ 2.608—78
7	Правила выполнения схем	ГОСТ 2.701—76 — ГОСТ 2.792—74
8	Правила выполнения документов строительных, судостроения и горных	ГОСТ 2.801—74 — ГОСТ 2.803—77, ГОСТ 2.850—75— ГОСТ 2.857—75
9	Прочие стандарты	—

стандарта СССР действует СТ СЭВ 182—75 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры».

В тех случаях, когда стандарт СЭВ или его основные разделы соответствуют действующим в нашей стране ГОСТам, этот стандарт вводится в соответствующий ГОСТ. При этом кроме обозначения ГОСТа в скобках указывается обозначение стандарта СЭВ, например, ссылаясь на стандарт ЕСКД «Виды изделий», указывают ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76).

§ 2. ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

Изделие представляет собой предмет или набор предметов, изготавливаемых на предприятии. По ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76) Единой системы конструкторской документации изделия



Рис. 2

в зависимости от наличия в них составных частей подразделяются на две группы:

а) неспецифицированные — не имеющие составных частей (к ним относятся детали);

б) специфицированные — состоящие из двух и более составных частей (в эту группу изделий входят сборочные единицы, комплексы и комплекты).

Кроме этого, изделия в зависимости от их назначения подразделяются на изделия основного и вспомогательного производства.

К первой группе относятся изделия, составляющие предмет готовой продукции, предназначенной для поставки потребителям.

Изделия вспомогательного производства предназначаются для собственных нужд предприятия и служат для изготовления изделий основного производства. К ним относятся инструменты, приспособления, штампы, шаблоны и т. п.

Виды изделий и их структура схематично показаны на рис. 2.

Рассмотрим разновидности отмеченных выше основных видов изделий.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения каких-либо сборочных операций. Примером детали является клапан двигателя внутреннего сгорания, показанный на рис. 3.

Сборочная единица — изделие, состоящее из нескольких частей, соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой и т. п.). Примером сборочной единицы может служить шатун двигателя, состоящий из корпуса, крышки и болтов с гайками для их соединения (рис. 4).

Комплекс представляет собой два или более специфицированных изделия, которые на изготавлиющем их предприятии не соединяются сборочными операциями, но имеют взаимосвязанные эксплуатационные функции. В комплекс, кроме изделий для

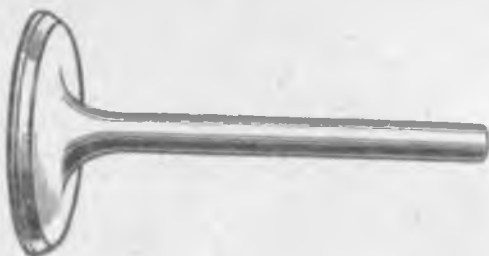


Рис. 3



Рис. 4

выполнения основных функций, могут также входить детали, сборочные единицы и комплекты, служащие для вспомогательных целей, например детали и сборочные единицы, предназначенные для монтажа комплекса на месте его эксплуатации, комплект запасных частей и т. п. Примером комплекса является устройство для очистки ветрового стекла кабины автомобиля (рис. 5), состоя-

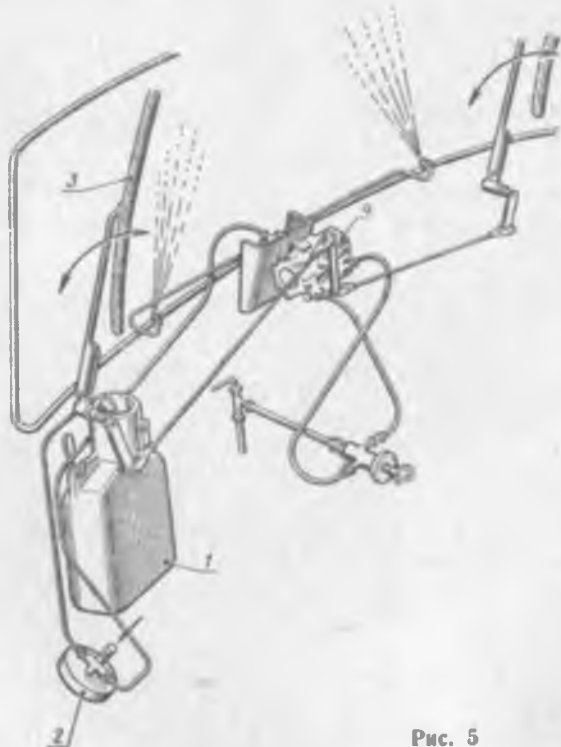


Рис. 5

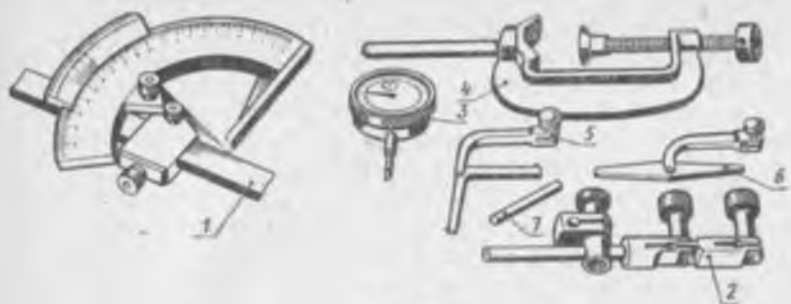


Рис. 6

щее из пластмассового бачка 1; диафрагменного насоса 2; щетки 3; пневматического двигателя 4 и других изделий.

Комплект — два или несколько изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями. Изделия, входящие в комплект, предназначены для выполнения функций вспомогательного эксплуатационного характера. В комплект могут входить также детали и сборочные единицы, поставляемые предприятием-изготовителем и служащие для выполнения вспомогательных функций во время эксплуатации сборочной единицы или комплекса.

Примером комплекта может служить набор инструментов для наладки деревообрабатывающих станков (рис. 6), состоящий из: универсального угломера 1, индикаторного штатива 2, индикатора 3, струбины 4, углового рычага 5, прямого рычага 6, шпильки 7.

§ 3. ВИДЫ И КОМПЛЕКТНОСТЬ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Конструкторскими документами являются чертежи, схемы и текстовое описание к ним (спецификации, технические условия к изделию, инструкции по эксплуатации и ремонту изделия и др.).

Эти документы должны содержать данные об устройстве и составных частях изделия, сведения для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Конструкторская документация для всех отраслей промышленности регламентируется ГОСТ 2.102—68.

Этим ГОСТом предусматриваются следующие виды конструкторской документации:

1. **Чертеж детали** — документ, содержащий изображение детали и другие данные, требующиеся для ее изготовления и контроля.

2. **Сборочный чертеж** — документ, содержащий изображение изделия (сборочной единицы) и другие данные, необходимые для его сборки (изготовления) и контроля.

3. Чертеж общего вида — документ, определяющий конструкцию всего изделия, поясняющий принцип его работы и взаимодействия его основных частей.

На чертеже общего вида допускается также помещать техническую характеристику изделия (например, указывать производительность).

4. Габаритный чертеж — документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

5. Монтажный чертеж — документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия и данные, требующиеся для его установки на месте применения. К этим чертежам относятся также чертежи фундаментов для установки изделия.

6. Схема — документ, на котором в виде условных (упрощенных) изображений или обозначений представлены составные части изделия и связи между ними.

7. Спецификация — текстовый документ с перечислением состава сборочной единицы, комплекса или комплекта.

8. Технические условия — документ, содержащий эксплуатационные показатели изделия и методы контроля его качества.

В зависимости от стадии разработки конструкторские документы по ГОСТ 2.103—68 (СТ СЭВ 208—75) разделяются на проектные и рабочие.

По способу выполнения и характеру использования конструкторские документы по ГОСТ 2.102—68 подразделяются на:

1. Оригиналы — документы, выполненные на любом материале (бумаге, ткани и др.) и служащие для изготовления по ним документов-подлинников.

2. Подлинники — документы, выполненные на любом материале, позволяющем многократное получение с них копий, и оформленные подлинными подписями лиц, участвующих в разработке этих документов.

3. Дубликаты — копии подлинников, позволяющие получить идентичное воспроизведение подлинника и обеспечивающие снятие с них копий.

4. Копии — документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником или дубликатом, предназначенные и для непосредственного использования при разработке конструкторской документации, производстве изделий, их эксплуатации и ремонте.

Для разового использования в производстве (например, для изготовления приспособлений, испытательных стендов и т. п.) графические конструкторские документы разрешается выполнять в виде эскизов.

Все виды конструкторской документации, кроме основных, должны иметь устанавливаемый ГОСТом шифр.

Основными видами конструкторской документации являются:

1) чертеж детали;

2) спецификация (для сборочных единиц, комплексов и комплектов).

При выполнении учебных чертежей допускается применять условное обозначение конструкторских документов, например обозначать: габаритные чертежи — ГЧ, технические условия — ТУ и т. п. Основные конструкторские документы: чертеж детали и спецификация — шифра не имеют.

В зависимости от стадии разработки конструкторским документам присваивается литера [см. ГОСТ 2.103—68 (СТ СЭВ 208—75) «Стадии разработки»], например, документам технического проекта — литера «Т», при разработке рабочей документации опытной партии изделий — литера «О» и т. п.

§ 4. СТАДИИ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Проектирование машин и других изделий производится по этапам, что дает возможность конструировать, рассматривать и утверждать проекты на разных стадиях их разработки.

Эти основные этапы (стадии) проектирования также сопровождаются конструкторской документацией.

Согласно ГОСТ 2.103—68 (СТ СЭВ 208—75) процесс проектирования изделий разбивается на стадии, выполняемые в указанной ниже последовательности:

1. **Техническое задание** — устанавливает основное назначение, технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предъявляемые к разрабатываемому изделию.

2. **Техническое предложение** — совокупность конструкторских документов, которые должны содержать уточненные технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании:

а) анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных конструктивных решений;

б) сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий;

в) патентных материалов и др.

3. **Эскизный проект** — совокупность конструкторских документов, содержащих принципиальные конструкторские решения, дающие общее представление об устройстве и принципе действия изделия. В конструкторскую документацию на стадии эскизного проекта должны входить также данные, содержащие основные параметры изделия и его габаритные размеры.

4. **Технический проект** — совокупность конструкторских документов, которые дают полное представление об устройстве и конструктивных особенностях спроектированного изделия. Чертежи общих видов, входящие в состав технического проекта, должны содержать исходные данные для выполнения по ним рабочей документации, например рабочих чертежей деталей.

5. Рабочая документация — является заключительной стадией проектирования и содержит документы, необходимые для изготовления, сборки и контроля изделий и их составных частей в процессе производства и ремонта в период эксплуатации.

Рабочая документация содержит набор чертежей деталей, а также сборочные и монтажные чертежи изделия и его спецификацию.

В курсе машиностроительного черчения учащиеся знакомятся с составлением и оформлением документов, входящих в четвертую (технический проект) и пятую (рабочая документация) стадии разработки конструкторских документов.

§ 5. ФОРМАТЫ

Форматом называется размер листа бумаги, на котором выполняется чертеж или другие конструкторские документы.

Размеры формата и его обозначения установлены ГОСТ 2.301—68. Чертежный лист по требованию этого стандарта ограничивается внешней рамкой, выполненной тонкой линией, с размерами основных форматов, взятыми из табл. 2.

Таблица 2

Обозначение формата: по ГОСТ 2.301—68	44	24	22	12	11
	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	1189×841	594×841	594×420	297×420	297×210

Внутри внешней рамки сплошной линией, равной по толщине основной линии, принятой для обводки чертежа, проводят внутреннюю рамку.

Сверху, справа и снизу расстояние между линиями, ограничивающими внутреннюю и внешнюю рамки, принимается равным 5 мм. С левой стороны формата для подшивки и брошюровки чертежей оставляют полосу шириной 20 мм (см. рис. 8).

В настоящее время разработан СТ СЭВ 1181—78 «Форматы», который предполагается ввести в действие в СССР в 1981 г. Отличие СТ СЭВ 1181—78 от ГОСТ 2.301—68 состоит только в обозначении форматов.

В табл. 2 наряду с обозначениями и размерами форматов по ГОСТ 2.031—68 приведены их обозначения по СТ СЭВ 1181—78.

Как видно из этой таблицы, основные форматы получаются из формата 44 с размерами сторон 1189×841 мм и площадью, равной

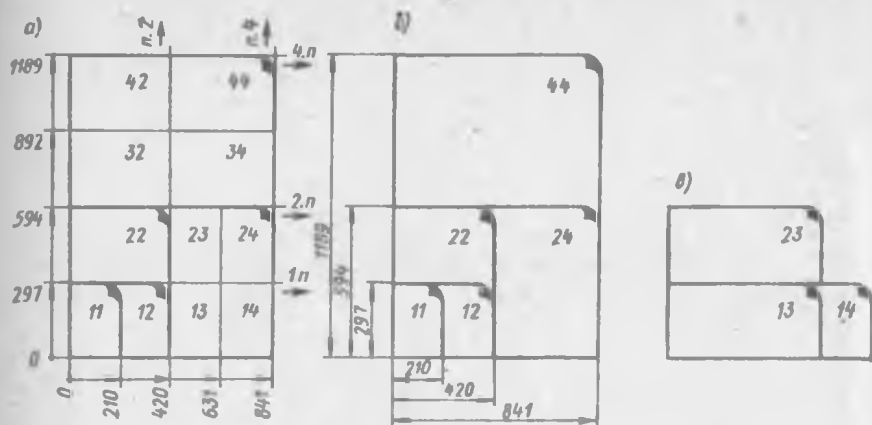


Рис. 7

1 м², путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне (рис. 7, а, б).

Обозначение основного формата по ГОСТ 2.301—68 состоит из двух цифр (44, 24, 22, 12, 11). Первая цифра показывает, сколько раз в одной стороне листа содержится размер 297 мм, а вторая — сколько раз в другой стороне содержится размер 210 мм *.

Произведение цифр, входящих в обозначение формата, определяет количество форматов 11, содержащихся в данном формате, например, формат 24 содержит $2 \times 4 = 8$ форматов 11.

Кроме основных, допускается применять дополнительные форматы, которые образуются увеличением сторон основных форматов на величину, кратную размерам сторон форматов 11. Например, дополнительный формат 23 содержит 6 форматов 11 (рис. 7, в) и имеет размеры сторон 594 × 631 мм. Если чертежи или схемы сложные и занимают много места, то для быстрого нахождения изображений составных частей изделия или его элементов лист чертежной бумаги стандартного формата согласно ГОСТ 2.104—68 рекомендуется разбивать на зоны. Границы между зонами обозначают черточками толщиной не менее 0,25 мм, расположенными между внешней и внутренней рамкой (см. рис. 8) на расстоянии, равном одной из сторон формата 11 (210 × 297 мм). Зоны отмечают в горизонтальном направлении арабскими цифрами справа налево; в вертикальном — прописными буквами латинского алфавита (кроме букв I и O) снизу вверх. Сочетанием букв и цифр образуют обозначение зоны, например A1, A2, B1, B2 и т. д. Высота цифр и букв должна быть не менее 3,5 мм для форматов 11 и 12 и не менее 5 мм — для остальных форматов.

* Точнее 210,25 мм.

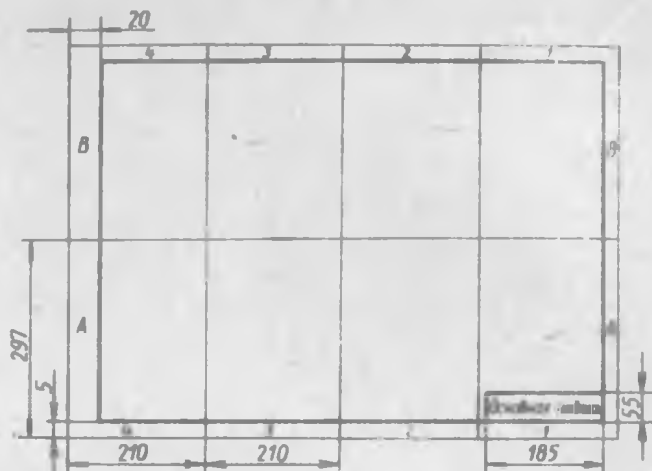


Рис. 8

§ 6. ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ ЧЕРТЕЖА

Каждый чертеж, как и любой другой конструкторский документ, должен иметь основную надпись, расположенную в правом нижнем углу формата (см. рис. 8).

Примечание. На листах формата И основную надпись располагают только вдоль его короткой стороны, а для остальных форматов — вдоль длинной стороны (см. рис. 8).

Основная надпись должна содержать основные сведения об изображенных объектах. Формы, размеры и содержание основных надписей определены ГОСТ 2.104—68, СТ СЭВ 140—74, СТ СЭВ 365—76.

Для основных надписей чертежей и схем, а также для первых (заглавных) листов текста применяется форма, показанная на рис. 9.

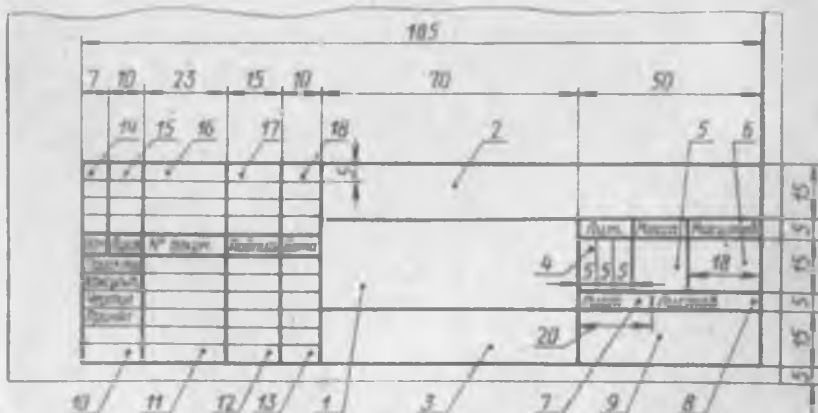


Рис. 9

В учебных чертежах по черчению обычно заполняются не все графы основной надписи, а только некоторые из них, например:

- графа 1 — наименование чертежа;
- графа 2 — обозначение чертежа, включающее индекс раздела курса, номер варианта задания, порядковый номер работы;
- графа 4 — литера чертежа (для учебного чертежа буква У);
- графа 6 — масштаб изображения;
- графа 7 — порядковый номер листа;
- графа 8 — количество листов;
- графа 9 — название учебного заведения и шифр группы учащегося;
- графа 10 — характер работы, выполненной лицом, подписавшим чертеж (например: чертил, консультировал, принял);
- графа 11 — фамилии лиц, подписавших чертеж;
- графа 12 — подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- графа 13 — дата подписания чертежа.

Графы 3 и 5 заполняют только на чертежах деталей.

ГЛАВА II

ИЗОБРАЖЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

§ 7. ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

Изображение (чертеж) предмета нужно выполнять таким образом, чтобы по нему можно было с исчерпывающей полнотой судить о форме, размерах и других данных, необходимых для изготовления изображенного предмета и его контроля.

Для изображения предметов пользуются методом прямоугольного проецирования на плоскость. При этом предмет располагают между наблюдателем и плоскостью проекции. Чтобы изображения давали полное представление о форме и размерах предмета, проецирование предмета, имеющего три измерения, следует вести с разных точек зрения на разные плоскости.

За основные плоскости проекции по ГОСТ 2.305—68 ЕСКД принимают грани пустотелого куба, внутри которого мысленно помещают предмет и проецируют его на внутреннюю сторону поверхности граней (рис. 10, а).

Из шести плоскостей проекций наиболее часто используют три: фронтальную — 1, горизонтальную — 2, профильную — 3. Если разрезать куб по ребрам и развернуть его так, чтобы все грани совместились с фронтальной плоскостью проекций, то в результате такого совмещения получается плоский комплексный чертеж (рис. 10, б). При этом грань 6 разрешается размещать рядом с гранью 4.

Описанный способ получения изображения называют европейским.

В США, Англии и некоторых других странах применяется иная система получения комплексного чертежа, называемая американской. Отличие американской системы от европейской состоит в следующем: в ней подразумевается, что грани куба прозрачные и располагаются между наблюдателем и изображаемым предметом (рис. 11, а).

После совмещения граней куба с фронтальной плоскостью получается иное расположение видов, показанное на рис. 11, б.

Чтобы избежать ошибок при чтении чертежей, чертежи, выполненные по европейской системе, обозначаются буквой *Е* и символическим знаком, изображенным на рис. 12. Чертежи, выполненные по американской системе, обозначаются знаком, изображенным на рис. 13, и буквой *А*.

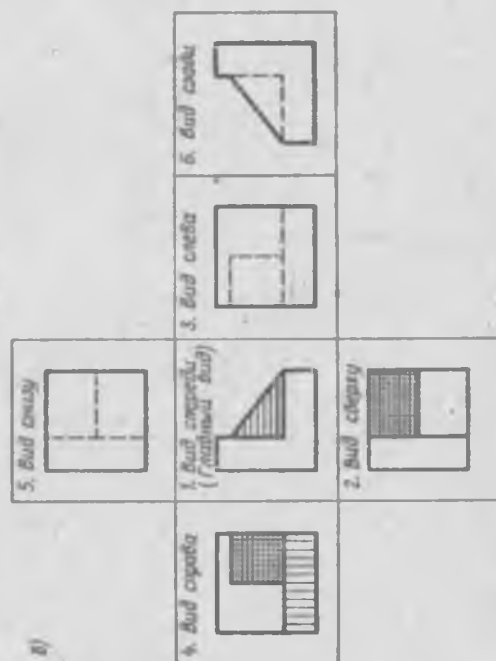
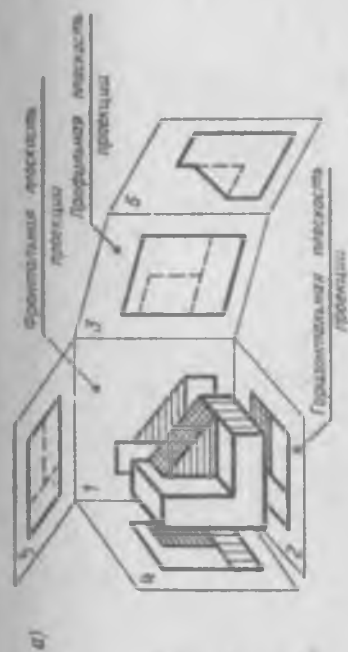


Рис. 10

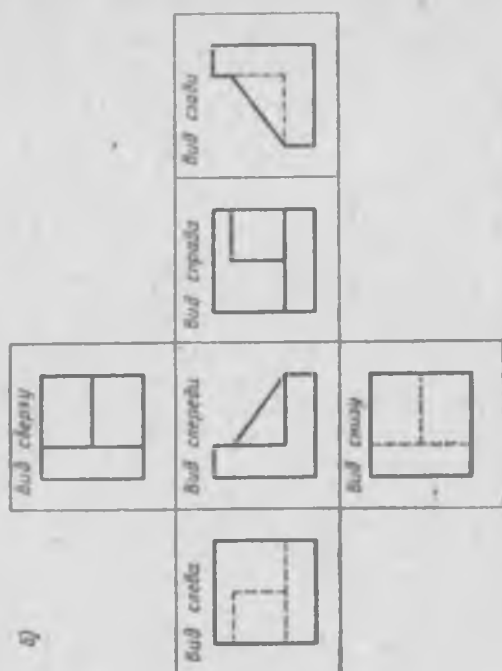
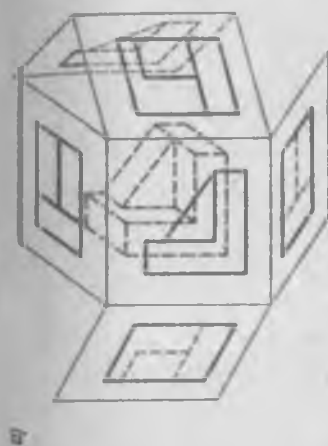


Рис. 11

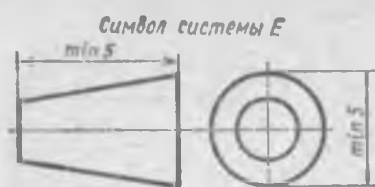


Рис. 12

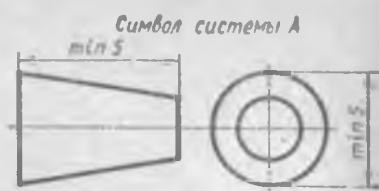


Рис. 13

§ 8. ВИДЫ

В машиностроительном черчении видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Для уменьшения числа изображений допускается на видах показывать штриховыми линиями необходимые для представления внутренних форм невидимые части поверхности предмета (рис. 14).

Виды разделяются на основные, местные и дополнительные.

Основные виды. ГОСТ 2.305—68 в зависимости от направления проецирования устанавливает следующие названия основных видов, получаемых на основных плоскостях проекций (см. рис. 10, б);

1 — вид спереди; 2 — вид сверху; 3 — вид слева; 4 — вид справа; 5 — вид снизу; 6 — вид сзади. Вид спереди принимается за главный. Все основные виды, по возможности, располагают в проекционной связи с главным видом. Это облегчает чтение чертежа и не требует нанесения у видов каких-либо надписей, поясняющих их наименование.

Для более рационального использования поля чертежа и уменьшения формата листа допускается располагать некоторые основные виды в любом месте чертежа вне проекционной связи с главным видом. В этом случае направление взгляда на предмет, которому соответствует смещенный вид, указывают стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита. Форма стрелки

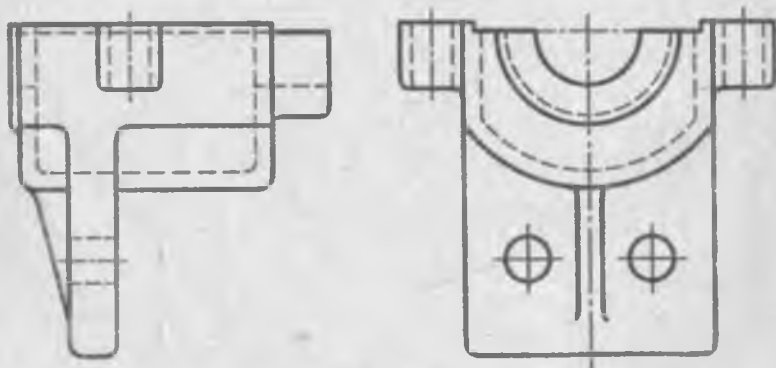


Рис. 14

показана на рис. 15, ее размеры зависят от толщины линий обводки основного контура (s).

Над видом, который получен при взгляде на предмет по направлению, указанному стрелкой, выполняют надпись, содержащую ту же букву, которой обозначена стрелка, например, *Вид А* (рис. 16). Надпись подчеркивают тонкой сплошной линией.

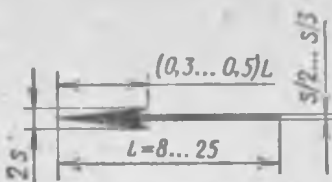


Рис. 15

Аналогичные надписи следует делать над видом также и в тех случаях, когда он отделен от главного вида другими изображениями или расположен не на одном листе с главным видом.

Местные виды. Местным видом называется изображение отдельного, ограниченного участка поверхности предмета. Местные виды образуются проецированием участка изделия на одну из основных плоскостей проекций. Направление проецирования местного вида указывают стрелкой, а сам местный вид обозначают соответствующей надписью (рис. 17). Местный вид может быть ограничен линией обрыва (рис. 17, б) или не ограничен (рис. 17, а).

Дополнительные виды. Дополнительными называются виды, полученные проецированием предмета или его части на произвольно выбранную плоскость, не параллельную основной плоскости проекции. Дополнительные виды применяют в тех случаях,

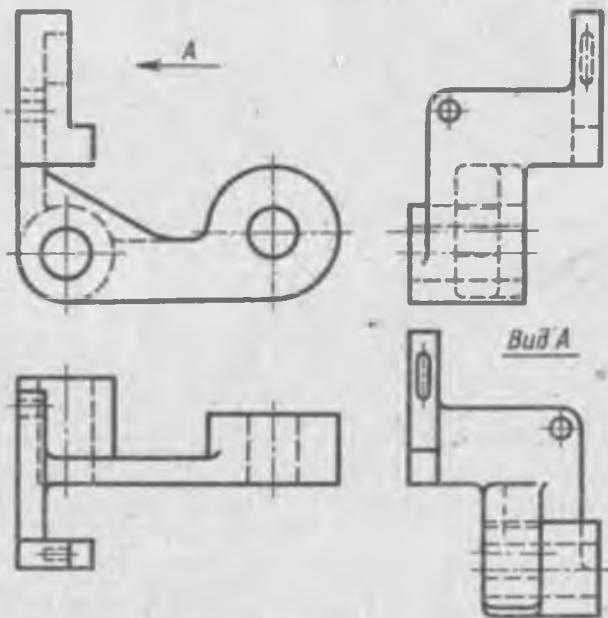


Рис. 16

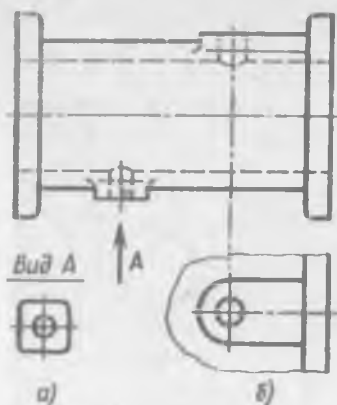


Рис. 17

когда какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения ее формы и размеров (см. рис. 19, а). Дополнительную плоскость проекции располагают параллельно элементу детали, неискаженную форму и действительные размеры которого хотят показать, например, чтобы получить неискаженное изображение смотрового окна крышки редуктора (рис. 18, а) или отверстия в головке двигателя (рис. 18, б), необходимо выполнить проецирование на плоскость, перпендикулярную направлению, указанному стрелкой А.

Положение дополнительной плоскости проекции указывают стрелкой, поставленной у связанного с дополнительным видом изображения, а сам дополнительный вид снабжают надписью типа *Вид А*.



Рис. 18

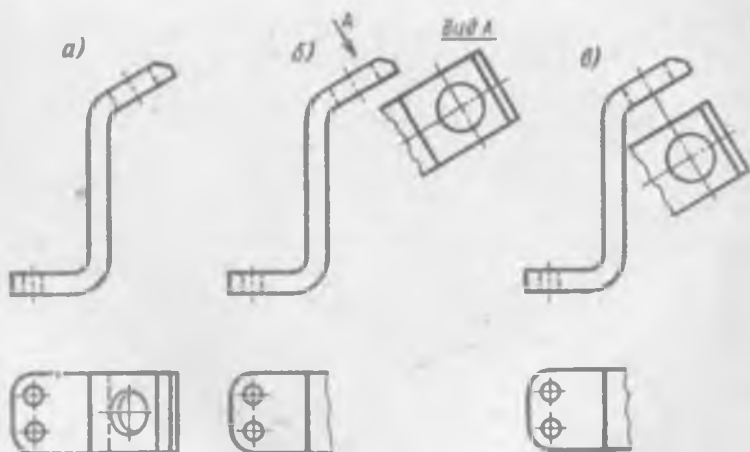


Рис. 19

На рис. 19, б, для того чтобы получить неискаженный вид верхней наклонной полки, последняя спроецирована на плоскость, перпендикулярную направлению, указанному стрелкой А. Полученная ортогональная проекция (дополнительный вид) наклонной полки на эту плоскость (*Вид А*) дает ее неискаженный вид.

Если дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (рис. 19, в).

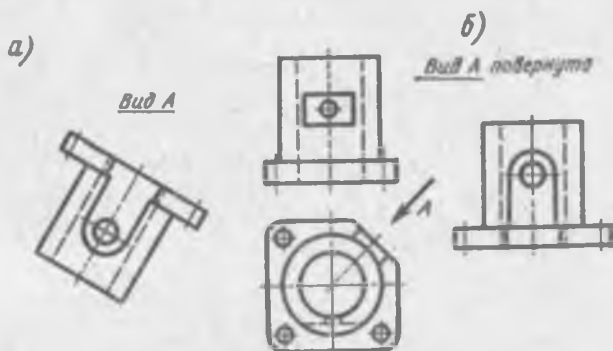


Рис. 20

Для облегчения чтения чертежа допускается поворачивать дополнительный вид (рис. 20, а) до положения, принятого для данного предмета на главном виде (рис. 20, б). При этом к надписи над видом должно быть добавлено слово *повернуто*, которое не подчеркивается.

§ 9. РАЗРЕЗЫ

Для изготовления детали по чертежу необходимо, чтобы последний содержал исчерпывающие данные о ее форме и размерах. Говоря о форме, следует иметь в виду не только внешний вид детали, но и ее внутреннее строение.

Контуры внутренних невидимых поверхностей детали изображаются на чертеже тонкими штриховыми линиями. Если деталь имеет сложное внутреннее строение, то число штриховых линий оказывается большим, часть из них перекрывают друг друга и наружные контурные линии детали. Из-за этого чертеж теряет наглядность (рис. 21, а), что затрудняет его чтение и может привести к неправильному пониманию внутреннего строения детали, а это, в свою очередь, может быть причиной брака при изготовлении детали. Чтобы избежать нанесения на чертеже штриховых линий, применяют условные изображения — разрезы (рис. 21, б).

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. Отсеченную часть

предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удаляют, а оставшуюся часть предмета изображают на плоскости проекций, параллельной секущей плоскости. При этом изображается как фигура плоского сечения, так и видимые части предмета, находящиеся за секущей плоскостью (рис. 22)*.

ГОСТ 2.305—68 допускает изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета. Например, можно не показывать левое заднее ребро жесткости, как это сделано на рис. 23.

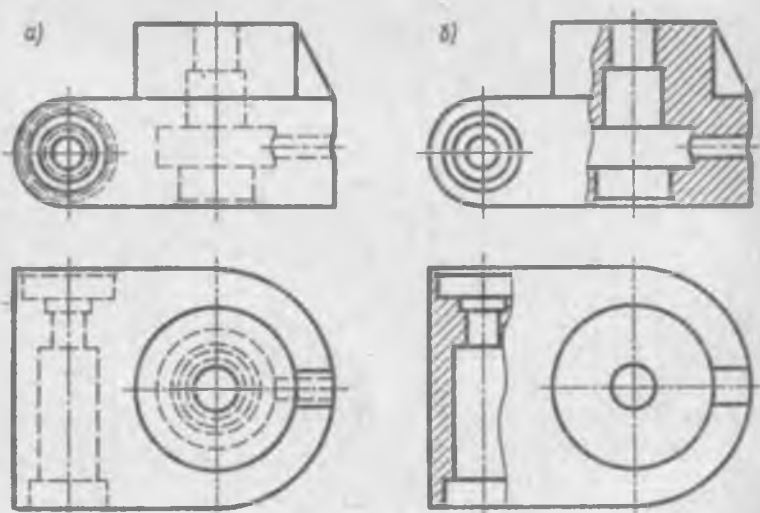


Рис. 21

Все многообразие разрезов, применяемых в машиностроительных чертежах, может быть отнесено к нескольким типам:

1. В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы делятся на:

простые — одна секущая плоскость (см. рис. 22);

сложные — две и больше секущих плоскостей. Сложные разрезы называют *ступенчатыми*, если секущие плоскости параллельны (рис. 24, а, б), и *ломаными*, если секущие плоскости пересекаются (рис. 25, а, б).

2. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекции разрезы разделяются на:

* Следует иметь в виду, что разрез является условным изображением. Поэтому условное рассечение изделия одной или несколькими плоскостями относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения изображения других видов того же изделия.

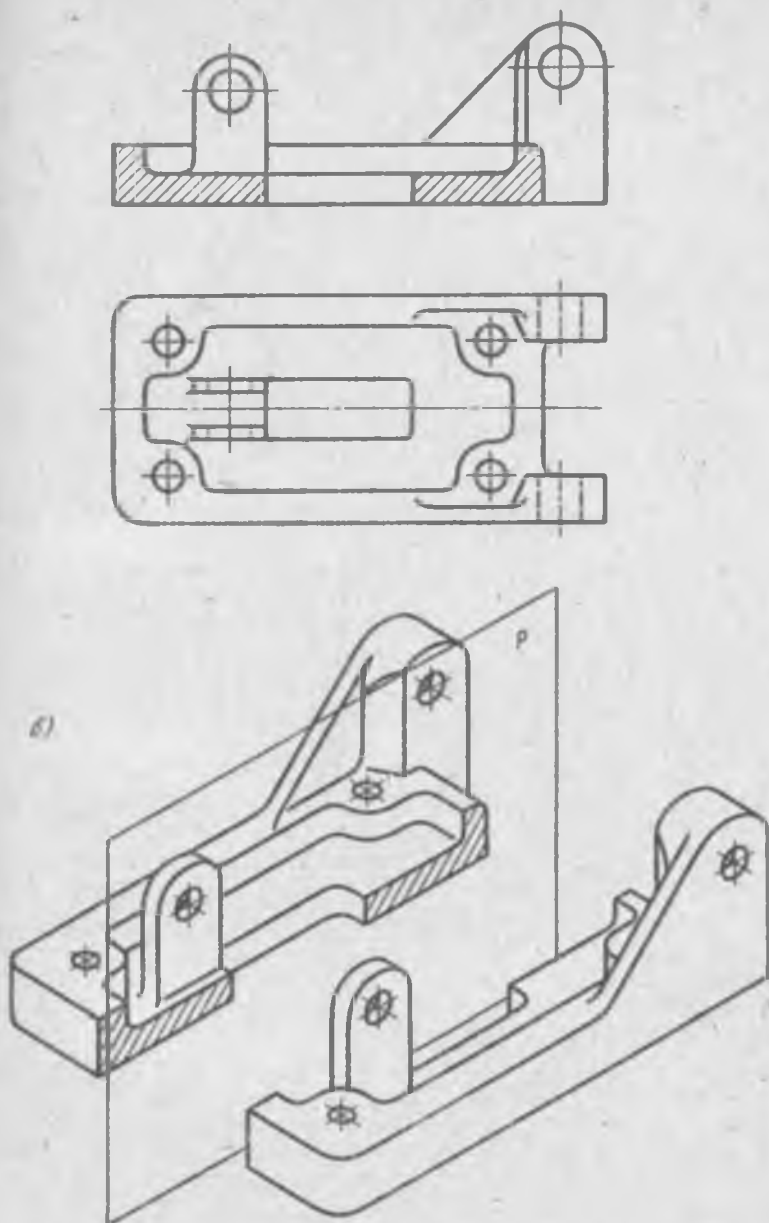


Рис. 22

горизонтальные — секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекции (рис. 26, а, б);

вертикальные — секущая плоскость перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекции (см. рис. 22, а, б). В свою очередь,

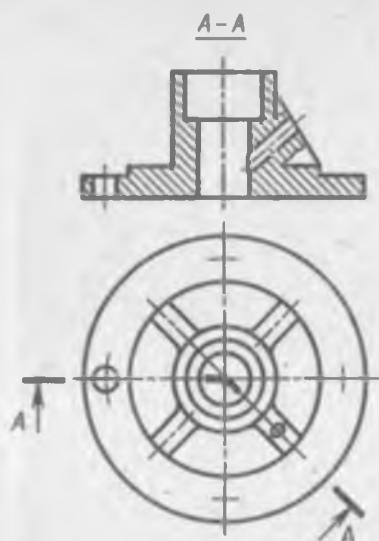


Рис. 23

вертикальные разрезы называются *фронтальными* (см. рис. 22, а), если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекции, и *профильными*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекции (рис. 27, а, б);

наклонные — секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью угол, отличный от прямого (рис. 28).

3. В зависимости от положения секущей плоскости относительно основных измерений предмета различают разрезы:

продольные — секущая плоскость направлена вдоль длины или высоты предмета;

поперечные — секущая плоскость перпендикулярна к длине или высоте предмета *.

4. В зависимости от полноты изображения разрезы бывают: *полные* — секущая плоскость пересекает весь предмет и изображение внутреннего его строения показывается по всему сечению (см. рис. 22, 26, 27);

местные — секущая плоскость «вскрывает» только ту часть предмета, в которой требуется показать его внутреннюю форму. Границы местного разреза указывают тонкой сплошной волнистой линией (рис. 29). Горизонтальные и вертикальные (фронтальные и профильные) разрезы обычно размещают на основных видах:

- горизонтальный — на виде сверху (см. рис. 26, б);
- фронтальный — на виде спереди (см. рис. 22, б);
- профильный — на виде слева (см. рис. 27, б).

В тех случаях, когда секущая плоскость совпадает с осью симметрии предмета, а соответствующие изображения — с разрезами, расположенными на одном листе в непосредственной проекционной связи с главным видом, и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов положение секущей плоскости не указывают и изображение разреза надписью не сопровождают (см. рис. 22, б, на котором изображен фронтальный разрез).

Во всех остальных случаях положение секущей плоскости и сам изображаемый разрез должны быть обозначены.

* Для предметов, имеющих форму тел вращения, разрезы называются *продольными*, если секущая плоскость направлена вдоль оси, и *поперечными*, если она перпендикулярна к оси тела вращения.

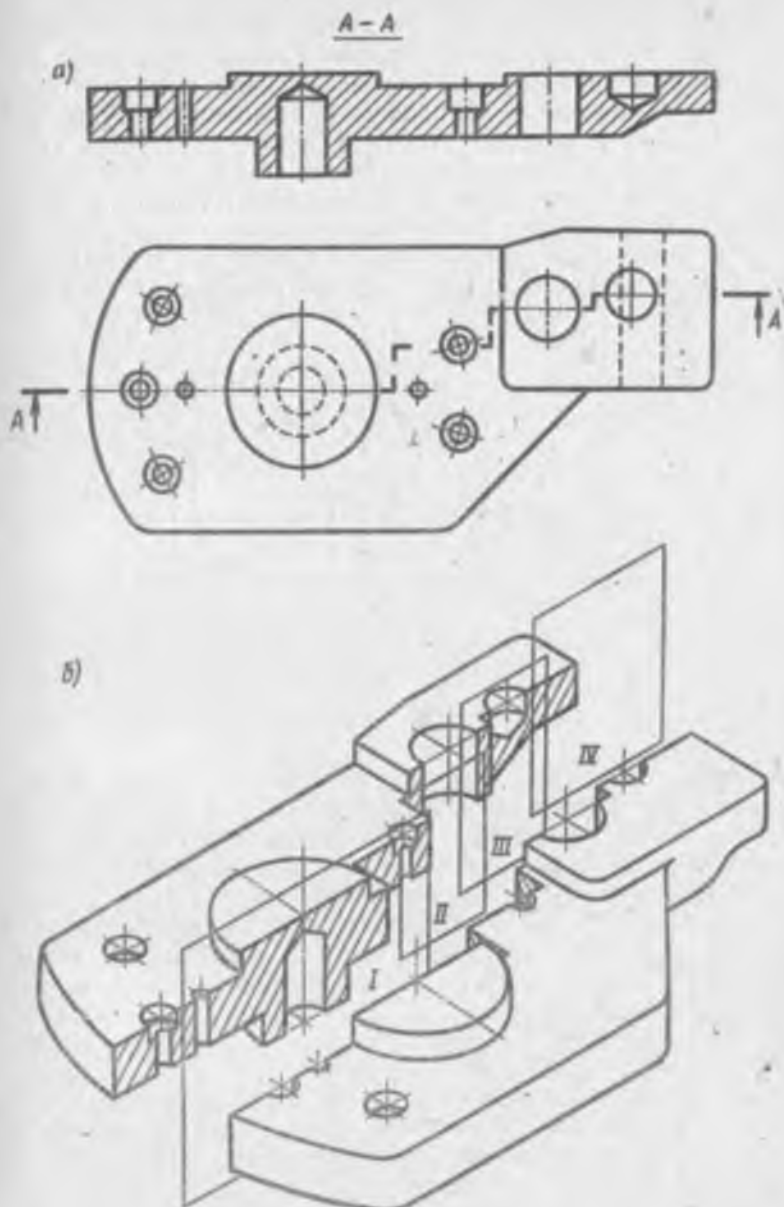


Рис. 24

Секущая плоскость обозначается ее следом — линией сечения, изображаемой двумя короткими штрихами толщиной от s до $1,5s$ (где s — толщина линии видимого контура). Штрихи линии сечения не должны пересекать контурных линий изображения.

У штрихов, принадлежащих линии сечения, ставят стрелки, перпендикулярные к ним и отстоящие на 2—3 мм от внешних концов этих штрихов. Стрелки указывают направление взгляда на разрез и обозначаются одинаковыми прописными буквами русского алфавита, которые ставят с внешней стороны стрелки. Надпись, обозначающую разрез, располагают над изображением, на котором показан разрез, и подчеркивают тонкой линией (см. рис. 25, 26, 27, 28).

Если изображения внешнего вида предмета и его внутреннего строения имеют ось симметрии, то для сокращения графических

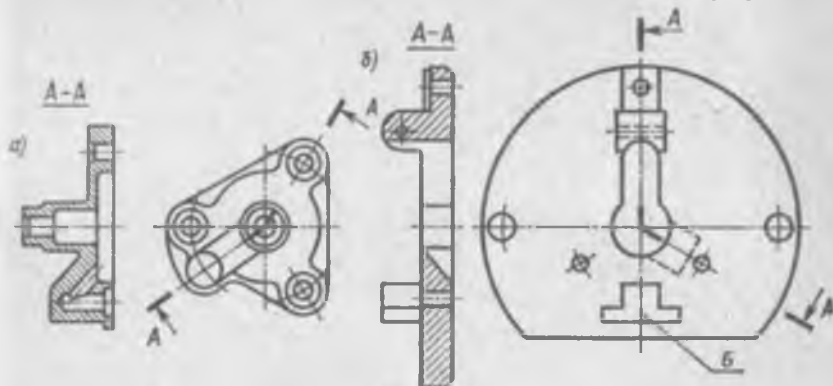


Рис. 25

построений и экономии площади чертежа допускается совмещать половину вида и половину разреза, разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии. При этом разрез должен располагаться правее или ниже оси симметрии, разделяющей половину вида с половиной разреза (рис. 30).

Если при соединении половины вида и половины разреза с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии (например ребра), то вид от разреза отделяют сплошной тонкой волнистой линией, проводимой левее или правее оси симметрии в зависимости от того, где расположено ребро — внутри или снаружи детали (рис. 31, а, б).

При обозначении сложного ступенчатого разреза положение секущих плоскостей указывают штрихами, принадлежащими линии сечения, со стрелками, проставленными у крайних штрихов. Наличие изломов в линии сечения не отражается на графическом оформлении сложного разреза — он оформляется как простой разрез. Над разрезом наносят надпись, содержащую обозначение секущих плоскостей, с помощью которых получен разрез. Пример изображения и обозначения ступенчатого разреза показан на рис. 24, 32. Рис. 25 дает представление об изображении сложного ломаного разреза, полученного двумя пересекающимися профильно-проецирующими плоскостями.

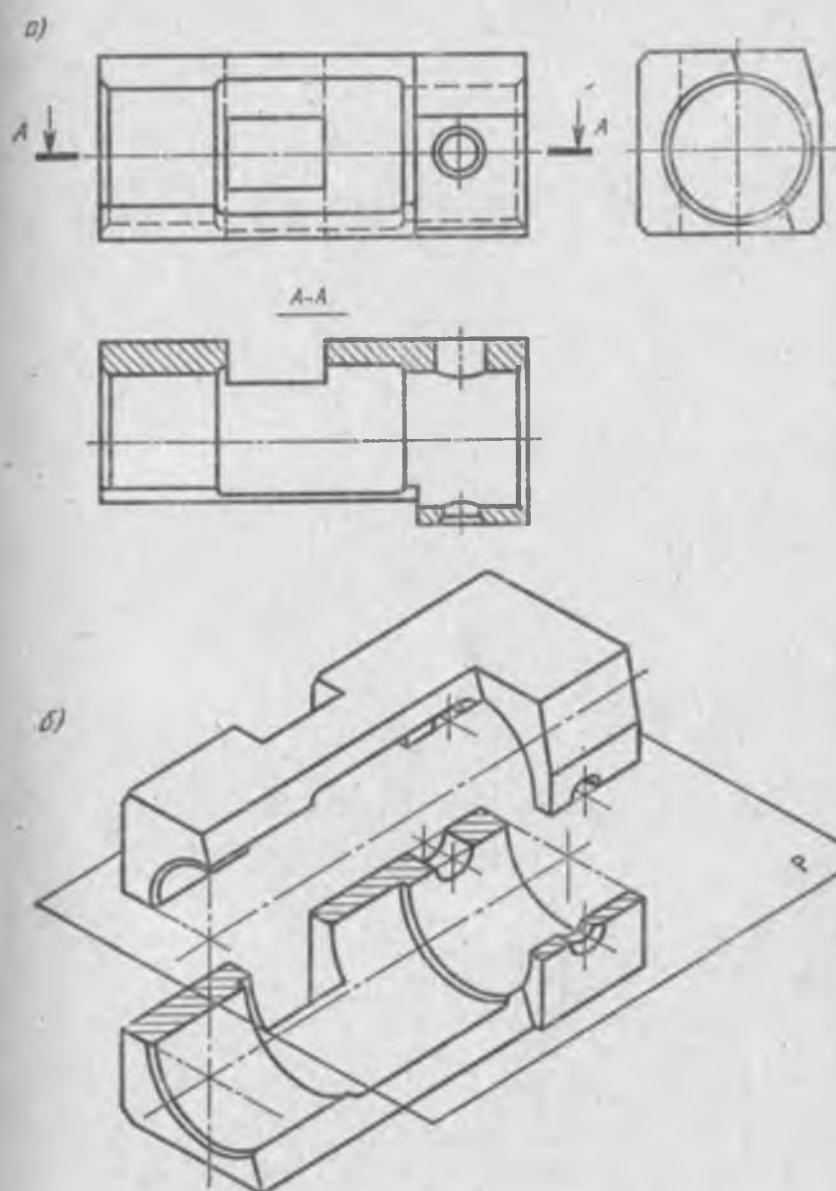


Рис. 26

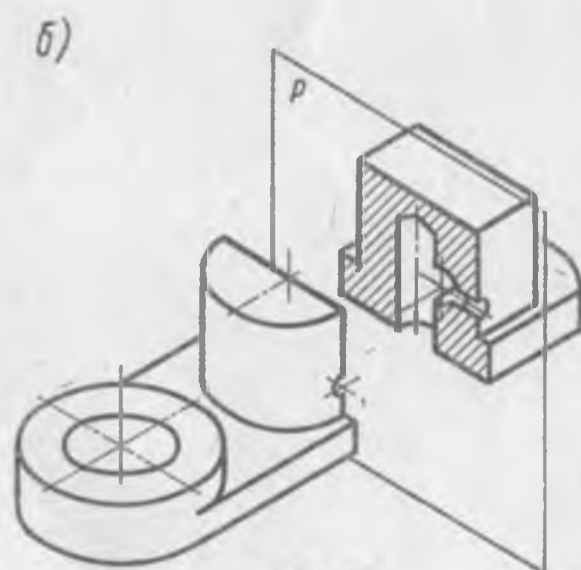
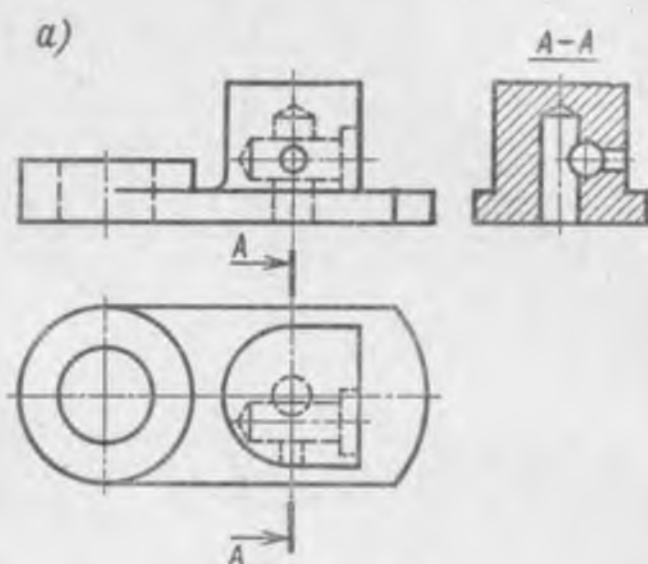


Рис. 27

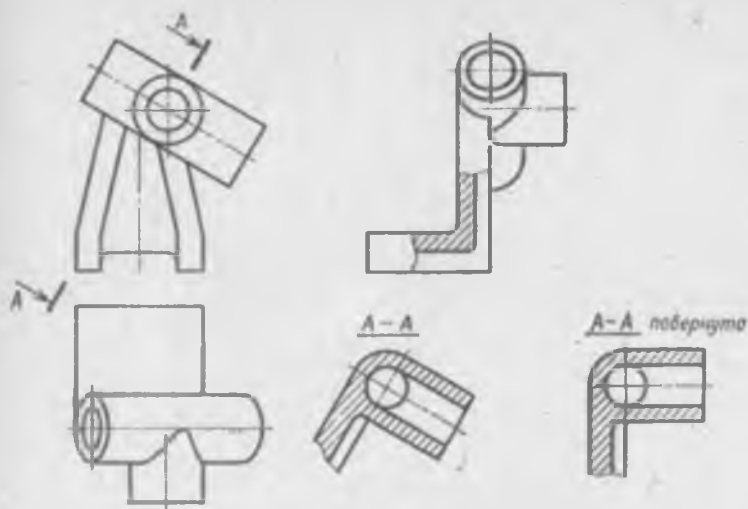


Рис. 28

Чтобы получить разрез в неискаженном виде при сечении предмета наклонными плоскостями, эти плоскости вместе с принадлежащими им фигурами сечения поворачивают вокруг линии пересечения плоскостей до положения, параллельного плоскости проекции (на рис. 25 — до положения, параллельного фронтальной плоскости). Следует иметь в виду, что поворот секущей плоскости не изменяет вида проекции и элементов предмета, расположенных за секущей плоскостью (например, на рис. 25 выступ *Б* не повернут).

В тех случаях, когда на чертеже следует выполнить несколько разрезов, причем каждый из них представляет собой симметричную фигуру, части (половины) таких разрезов допускается располагать на одном виде. Например, на рис. 32 половина ступенчатого раз-

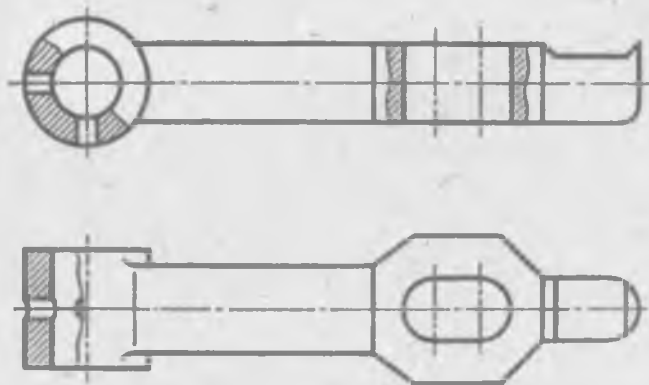


Рис. 29

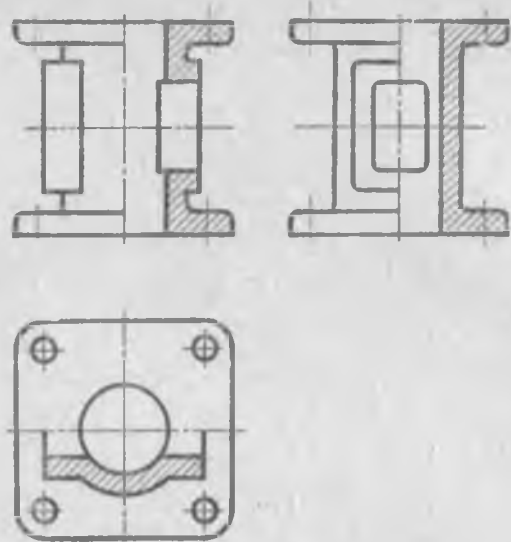


Рис. 30

реза $A-A$ и половина простого профильного разреза $B-B$ расположены на одном изображении — на виде слева. При совмещении на одном изображении вида и разреза, представляющих собой несимметричные фигуры, часть вида от части разреза отделяют сплошной тонкой волнистой линией (см. рис. 29).

Наклонные разрезы строят и располагают в соответствии с направлением, указанным стрелками на линии сечения (см. рис. 28). Допускается располагать такие разрезы в любом месте чертежа, а также поворачивать разрез до положения, соответствующего положению, принятому для изделия на главном виде. В последнем случае к надписи над разрезом должно быть добавлено слово *повернуто*, которое не подчеркивается (см. разрез $A-A$ на рис. 28).

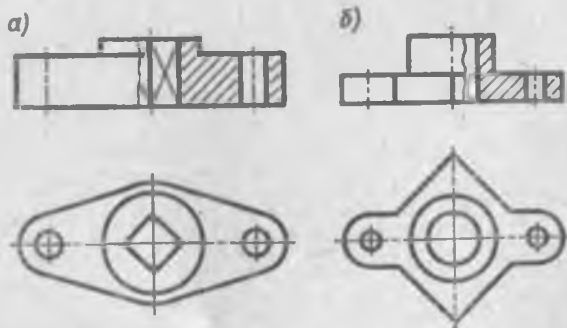


Рис. 31

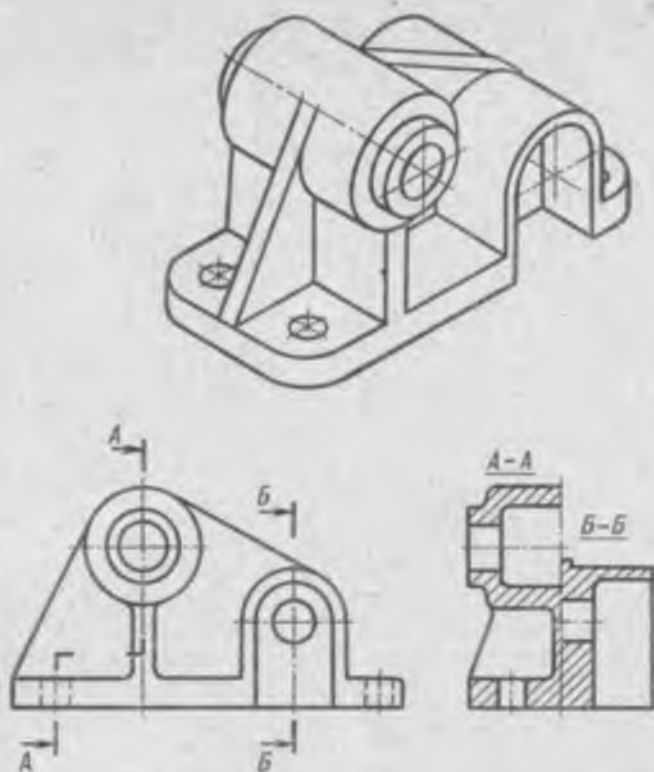


Рис. 32

§ 10. СЕЧЕНИЯ

Сечением называют изображение, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. В отличие от разреза на сечении показывают только то, что принадлежит секущей плоскости.

При выборе положения секущей плоскости необходимо следить за тем, чтобы получались нормальные поперечные сечения*.

Сечения применяют в тех случаях, когда виды и разрезы не дают полного представления о форме отдельных элементов предмета. Так, например, главный вид и вид сверху, имеющие местные разрезы, не определяют формы средней части рычага, изображенного на рис. 33. Эта форма может быть выявлена с помощью профильного разреза, на котором, кроме формы поперечного сечения рычага, обязательно должна быть показана профильная проекция

* В тех случаях, когда интересующие нас внутренние элементы предмета принадлежат цилиндрической поверхности, допускается применять вместо секущих плоскостей цилиндрическую поверхность, которую затем разворачивают в плоскость (см. рис. 43).

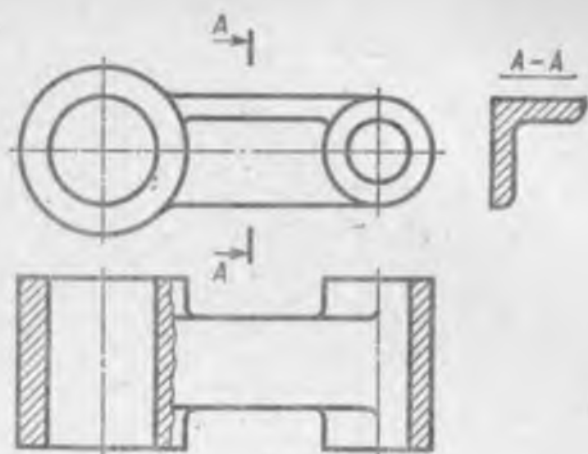


Рис. 33

правой втулки. Эта проекция втулки является избыточной, так как фронтальной и горизонтальной проекций втулки вполне достаточно для выявления ее формы и размеров, т. е. в данном случае профильный разрез был бы лишним. Вместо него целесообразнее сделать сечение, т. е. показать только то, что находится в секущей плоскости, отмеченной на чертеже линией сечения А—А (рис. 33).

Различают два вида сечений:

а) **вынесенные** — выполняются отдельно от основного изображения предмета;

б) **наложенные** — наносятся на изображение предмета.

Рис. 33 и 34 дают представление о вынесенном, а рис. 35 — о наложенном сечении. Контур вынесенного сечения выполняют сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения — сплошными тонкими линиями. Контурные линии изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают. Чтобы не затруднять чтения чертежа, предпочтение следует отдавать вынесенным сечениям, например, вместо наложенного сечения, изображенного на рис. 35, целесообразнее показать вынесенное сечение, расположив его в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 36).

Вынесенные сечения допускается размещать в любом месте поля чертежа, при этом необходимо делать соответствующую надпись над сечением и указывать положение секущей плоскости так же, как это делалось при обозначении разрезов (рис. 37, б). Говоря об обозначении сечений, следует отметить, что если сечение симметрично и связано с основным видом осевой линией, то ни след секущей плоскости, ни само сечение не обозначают (рис. 37, а). При изображении несимметричных наложенных или вынесенных сечений, расположенных в разрыве вида изделия, указывают

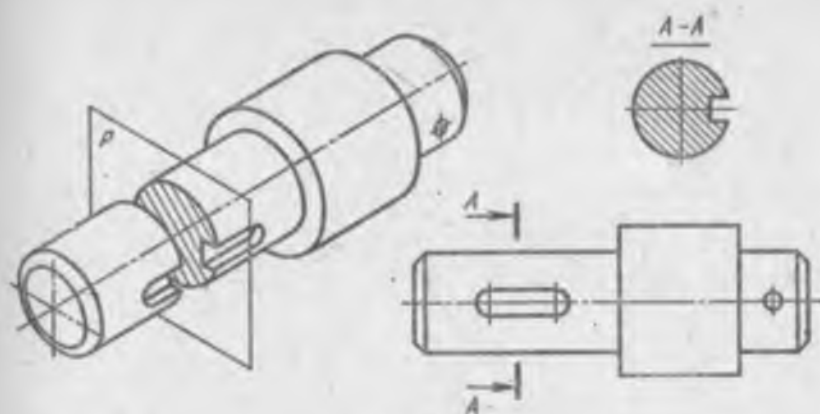


Рис. 34

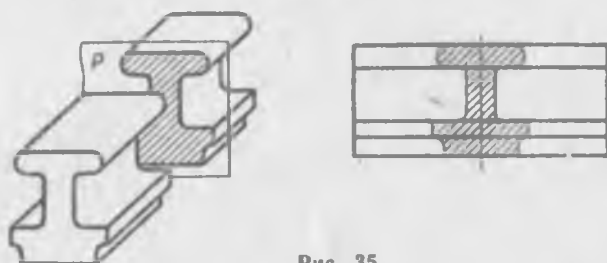


Рис. 35



Рис. 36

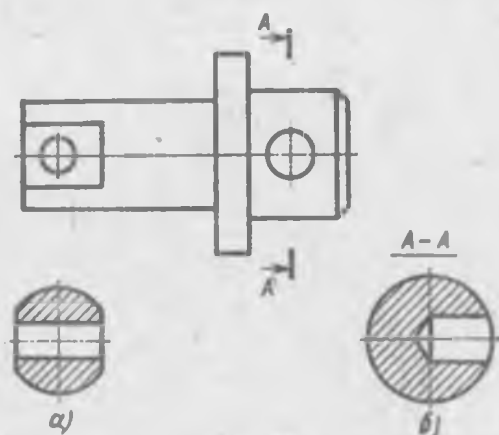


Рис. 37

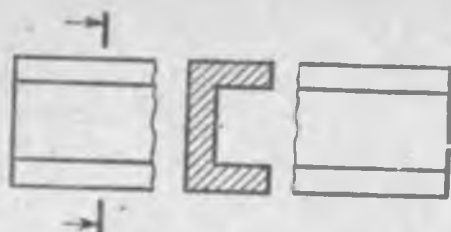


Рис. 38

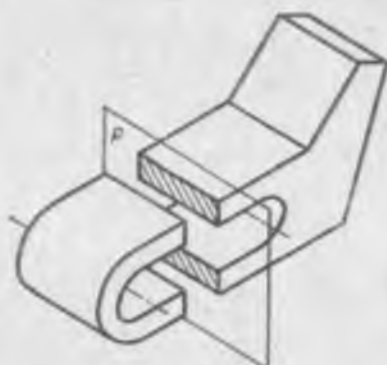


Рис. 39

A-A



а) Сечение

A-A



б) Разрез

A-A повернуто

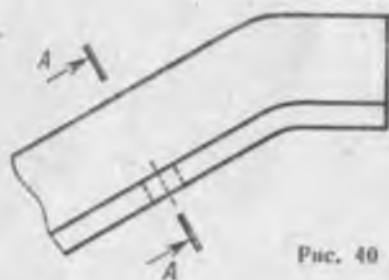


Рис. 40

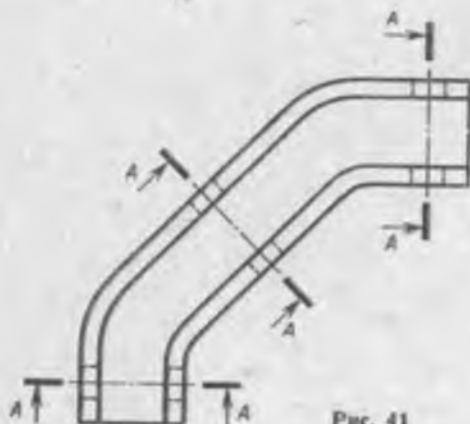
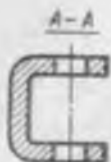


Рис. 41



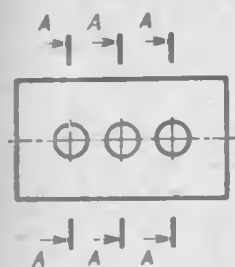


Рис. 42

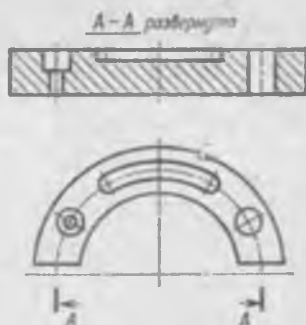


Рис. 43

только след секущей плоскости и ставят стрелки без нанесения их буквенных обозначений (рис. 38).

ГОСТ 2.305—68 запрещает показывать сечения, состоящие из отдельных частей (рис. 39, а), в подобных случаях необходимо выполнять разрез (рис. 39, б).

Если секущая плоскость перпендикулярна к оси или проходит через ось поверхности вращения, имеющей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления показывают полностью, несмотря на то, что он не принадлежит секущей плоскости (см. рис. 37, б).

Для рационального использования поля чертежа фигуру сечения можно поворачивать. В этом случае к надписи, обозначающей сечение, добавляют слово *повернуто*, которое не подчеркивают (рис. 40).

Если деталь имеет несколько одинаковых сечений плоскостями, не параллельными друг другу, слово *повернуто* не пишут (рис. 41). Когда деталь имеет несколько одинаковых параллельных сечений, фигуру сечения обозначают один раз, а положение секущих плоскостей отмечают одними и теми же буквами (рис. 42).

Для получения сечения разрешается использовать поверхность прямого кругового цилиндра, которую затем разворачивают в плоскость. При этом к надписи, обозначающей сечение, добавляют слово *развернуто* (рис. 43).

Выносные элементы. Чтобы уточнить формы и иметь возможность нанести размеры элементов изделия, изображенных на чертеже в мелком масштабе, применяют выносные элементы, представляющие собой дополнительное, выполненное в большем масштабе изображение какой-либо части изделия.

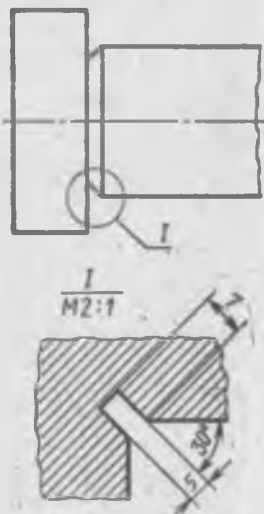


Рис. 44

Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и отличаться от этого изображения по содержанию. Например, изображение может быть видом, а выносной элемент — разрезом (рис. 44).

На изображении выносной элемент выделяют окружностью, проведенной тонкой линией, и обозначают римской цифрой. Сам элемент следует располагать как можно ближе к изображаемой части изделия и обозначать надписью в виде дроби, в числителе которой ставится порядковый номер выносного элемента, в знаменателе — масштаб, в котором он изображается (см. рис. 44).

§ 11. УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Для уменьшения трудоемкости выполнения чертежей ГОСТ 2.305—68 предусматривает ряд упрощений и условностей при изображении видов, разрезов и сечений.

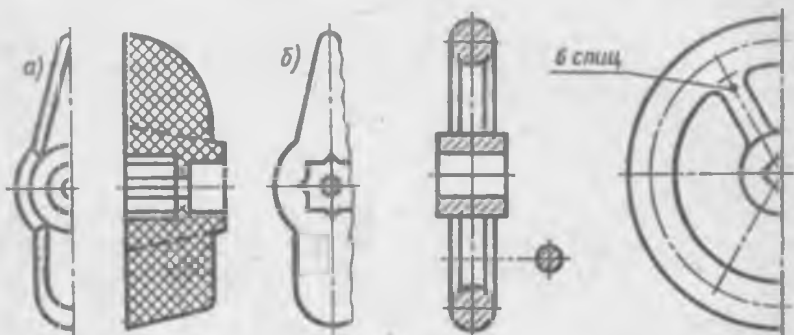


Рис. 45

Рис. 46

Отметим упрощения и условности, наиболее часто встречающиеся в машиностроительных чертежах.

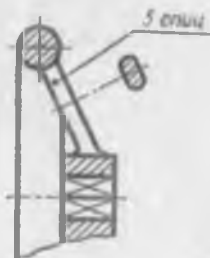


Рис. 47



Рис. 48

1. Если вид, разрез или сечение представляют собой симметричную фигуру, допускается вычерчивать только половину изображения, ограничивая ее осевой линией (рис. 45, а), или немного более половины. Во втором случае ограничивающей линией служит линия обрыва (рис. 45, б).

2. Если деталь имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов (отверстий, пазов, спиц, зубьев и т. п.), то на изображении этой детали можно показывать только один-два таких элемента. Для остальных элементов указывают только место их расположения (рис. 46) или делают отметку об их числе.



Рис. 49

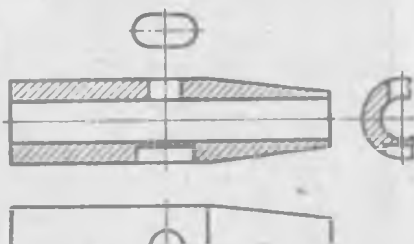


Рис. 50

Допускается изображать только часть детали, как показано на рис. 47.

3. Если изготовление детали не требует точного построения линии пересечения поверхностей, допускается их упрощенное изображение путем замены лекальных кривых простейшими линиями-дугами окружностей (рис. 48) или прямыми (рис. 49). Разрешается упрощенное изображение линий пересечения отверстий и углублений с цилиндрической поверхностью так, как это показано на рис. 50.

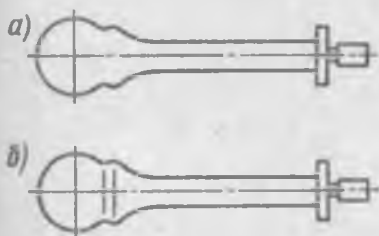


Рис. 51

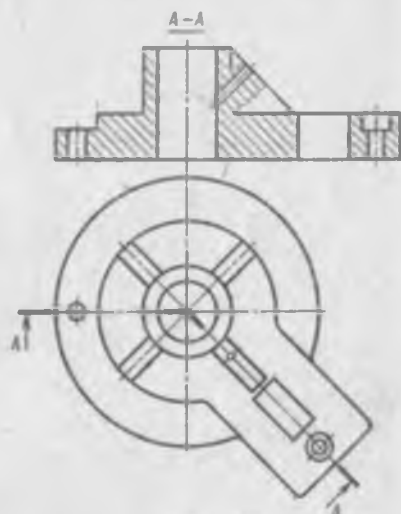


Рис. 52

4. Если одна поверхность плавно переходит в другую, то линию перехода можно не показывать (рис. 51, а) или вычерчивать ее условное изображение тонкой линией, как это сделано на рис. 51, б.

5. Винты, шпонки, валы (не пустотелые), рукоятки и т. п. при их продольном разрезе показываются нерассеченными*. Не

* Это относится также к гайкам и шайбам, изображенным на сборочных чертежах и чертежах общего вида.

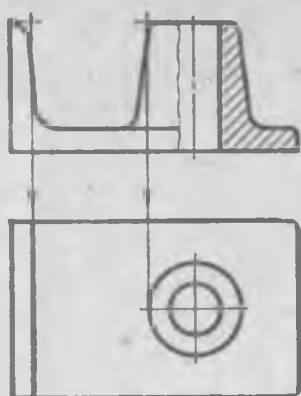


Рис. 53

штрихуются изображения таких элементов деталей, как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, если секущая плоскость направлена вдоль их оси (см. рис. 47).

Следует оставлять незаштрихованными тонкие стенки детали в том случае, когда секущая плоскость направлена вдоль такого элемента (рис. 52).

Чтобы показать отверстия или углубления, имеющиеся в элементах, которые при разрезах условно не штрихуются, необходимо делать местные разрезы (см. рис. 52).

6. Незначительную конусность или уклон разрешается изображать с увеличением. На тех видах, на которых конусность или уклон не выявляются, допускается проводить только одну основную сплошную линию, соответствующую меньшему основанию конуса или меньшему размеру элемента с уклоном (рис. 53).

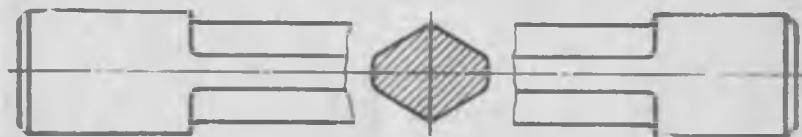


Рис. 54

7. Длинные предметы, имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение, можно изображать с разрывами (рис. 54).

8. Если на поверхности детали имеется сплошная сетка, орнамент, рифление и т. п., то разрешается изображать эти элементы частично (рис. 55).

9. Для плоских деталей можно выполнить только



Рис. 55

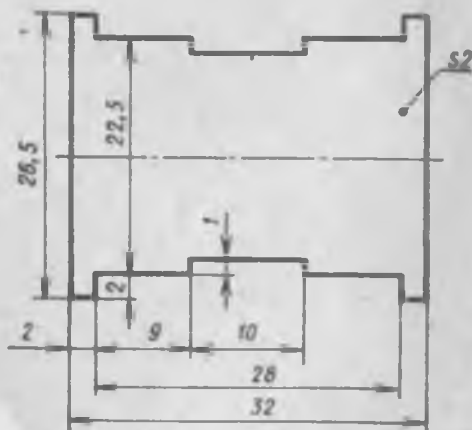


Рис. 56



Рис. 57

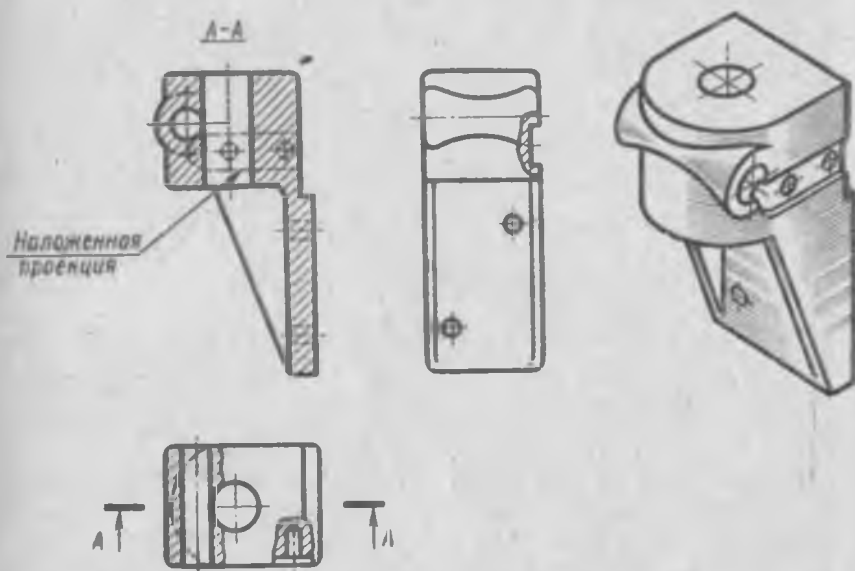


Рис. 58

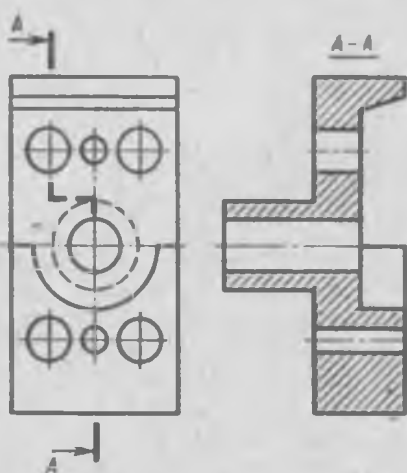


Рис. 59

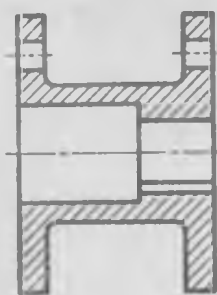
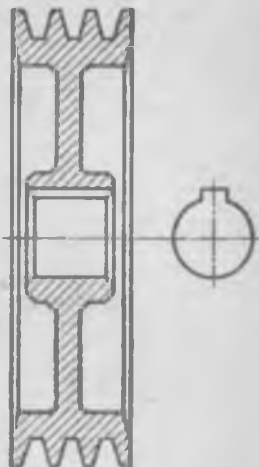


Рис. 60



Рис. 61



один вид с указанием толщины детали, обозначаемой буквой *s* (рис. 56).

10. Чтобы выделить на изображениях деталей плоские участки, их следует обозначать диагоналями, выполненными тонкими линиями (рис. 57).

11. Для упрощения чертежа и уменьшения числа видов ГОСТ 2.305—68 разрешает:

а) изображать на разрезе часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью. Это изображение, называемое наложенной проекцией, должно быть выполнено утолщенной штрихпунктирной линией (рис. 58);

б) выполнять сложные разрезы, например ступенчатый, показанный на рис. 59;

в) показывать в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, независимо от того, попадают они в секущую плоскость или нет (рис. 60);

г) чтобы показать отверстия в ступицах, а также шпоночные пазы на цапфах валов, давать вместо полного изображения детали лишь контур отверстия или паза так, как это сделано на рис. 61.

§ 12. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В РАЗРЕЗАХ И СЕЧЕНИЯХ

Для облегчения чтения чертежа и определения материала, из которого должна быть изготовлена изображаемая на чертеже деталь, в разрезах и сечениях используются условные графические обозначения материалов.

Графические обозначения некоторых материалов согласно ГОСТ 2.306—68 приведены в табл. 3.

При изображении металлов и твердых сплавов линии штриховки надо наносить под углом 45° к линиям рамки чертежа

Материал	Обозначение	Материал	Обозначение
Материалы и твердые сплавы		Стекло и другие прозрачные материалы	
Неметаллические материалы		Жидкости	
Древесина: поперек волокон		Бетон: неармированный	
вдоль волокон		армированный	

с наклоном в одну и ту же сторону на всех разрезах (сечениях), относящихся к одной и той же детали * (рис. 62). Расстояние между линиями штриховки должно быть одинаковым на всех,

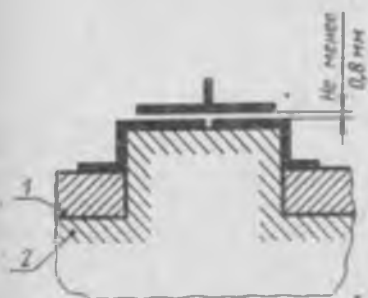


Рис. 62

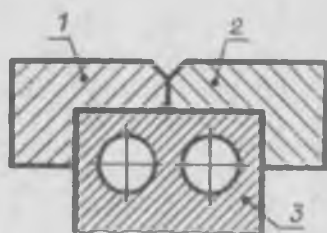


Рис. 63

выполненных в одном масштабе, разрезах (сечениях) одной и той же детали. Штриховку смежных сечений двух деталей следует наносить в разных направлениях (см. рис. 62).

При штриховке смежных участков сечений трех и более деталей рекомендуется, кроме изменения направления штриховки, менять расстояние между линиями штриховки в смежных сечениях (рис. 63).

Большие площади можно заштриховывать только у контура так, как это показано на рис. 62.

* Если направление штриховки совпадает с направлением линий контура, допускается выполнять штриховку под углом 30 или 60°



Рис. 64



Рис. 65

Длинные и узкие площадки, ширина которых на чертеже составляет 2—4 мм, разрешается штриховать от руки, заполняя штриховкой не всю площадь, а только отдельные участки (рис. 64).

Площади шириной до 2 мм рекомендуется зачернить полностью, оставляя просвет между смежными сечениями не менее 0,8 мм (см. рис. 62 и 65).

§ 13. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Чертежи, выполненные в ортогональных проекциях и дополненные при необходимости вспомогательными видами, разрезами, сечениями, позволяют судить о форме и размерах изображаемого предмета. При этом, чтобы получить представление о предмете, приходится одновременно рассматривать несколько изображений, что затрудняет мысленное воспроизведение предмета.

На практике бывает необходимо наряду с чертежом предмета, выполненным в ортогональных проекциях, иметь его наглядное изображение, состоящее только из одной проекции, полученной путем параллельного проецирования предмета на специально выбранную плоскость. Такой способ построения чертежа называется аксонометрическим, а полученное с его помощью однопроекционное отображение предмета — аксонометрической проекцией или аксонометрией.

Для того чтобы аксонометрические проекции были обратимыми (т. е. обеспечивали взаимную однозначность между точками, принадлежащими проецируемому предмету и его проекции), на аксонометрическом чертеже указывают проекции осей декартовой системы координат, к которой отнесен проецируемый предмет.

В зависимости от выбранного направления проецирования три взаимно перпендикулярные координатные оси (x , y , z) могут проецироваться с различными коэффициентами искажения. При этом коэффициенты искажения могут быть:

- а) различными для всех осей;
- б) одинаковыми для каких-либо двух осей;
- в) одинаковыми для всех аксонометрических осей.

В первом случае аксонометрическую проекцию называют триметрической, во втором — диметрической и в третьем — изометрической.

Для наглядного изображения предметов в машиностроительном черчении чаще используется прямоугольная изометрия и диметрия.

В изометрии коэффициенты искажения размеров по всем осям одинаковые. Это условие обеспечивается в том случае, когда все они составляют один и тот же угол с аксонометрической плоскостью проекции, что, в свою очередь, обеспечивает равенство углов между аксонометрическими осями (рис. 66, а).

При диметрии оси занимают положение, приведенное на рис. 66, б. На этом же рисунке показано приближенное построение углов в $7^\circ 10'$ и $41^\circ 25'$ с помощью тангенсов этих углов, соответственно равных $\frac{1}{8}$ и $\frac{7}{8}$.

В аксонометрических проекциях (изометрических или диметрических) ось z принято располагать вертикально.

В теории аксонометрических проекций доказывается, что коэффициенты искажений по аксонометрическим осям равны: для прямоугольной изометрии 0,82, для диметрии: по двум осям (x , z) — 0,94, по третьей оси (y) — 0,47. При построении аксонометрических проекций пользоваться коэффициентами искажений неудобно. Поэтому обычно строят рекомендованные ГОСТ 2.317—69 стандартные прямоугольные изометрию и диметрию без искажений размеров по осям (кроме оси y , коэффициент искажения по которой в диметрии принимается равным 0,5).

Изображение предмета, построенного в стандартной изометрии, получается увеличенным в 1,22 раза ($\frac{1}{0,82}$) по сравнению с действительными размерами. В диметрии увеличение происходит в 1,06 раза ($\frac{1}{0,94}$).

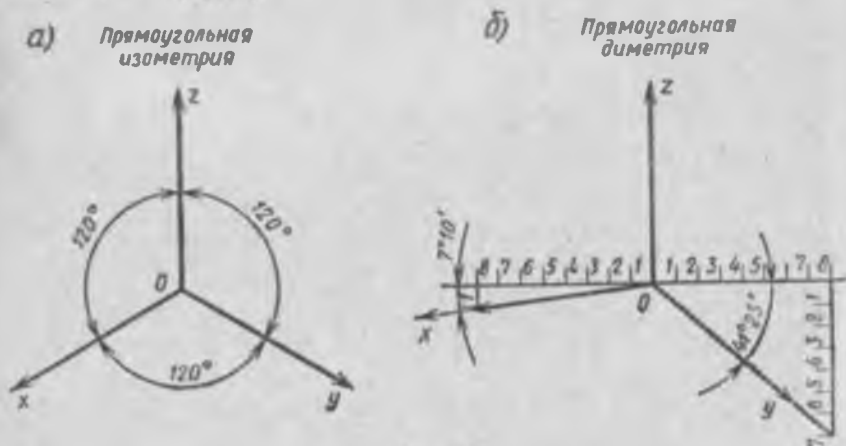


Рис. 66

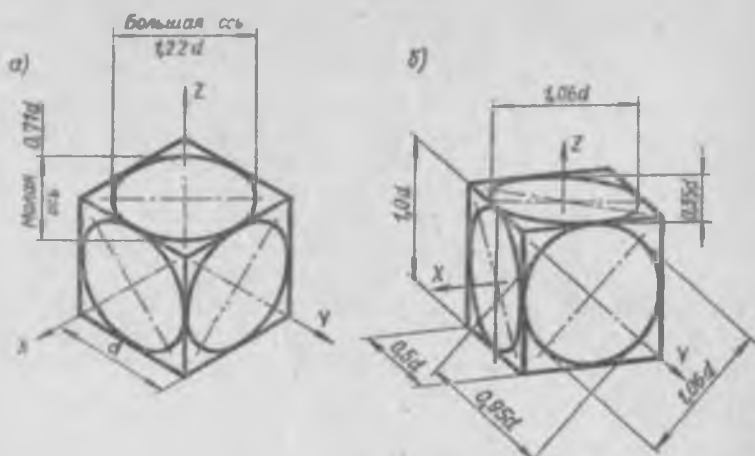


Рис. 67

При построении аксонометрических проекций часто приходится строить эллипсы, в которые проецируются окружности.

На рис. 67, а показана прямоугольная изометрическая, а на рис. 67, б — прямоугольная диметрическая проекция куба, в грани которого вписаны окружности. На этом же рисунке указаны величины больших и малых осей эллипса в зависимости от диаметра окружности, проекцией которой он является.

Из приведенных чертежей также видно, что малая ось эллипса совпадает по направлению со свободной аксонометрической осью.

В тех случаях, когда приходится строить аксонометрические проекции поверхности вращения, целесообразно использовать вписанные в нее вспомогательные сферические поверхности. Рис. 68, б дает представление о построении изометрической про-

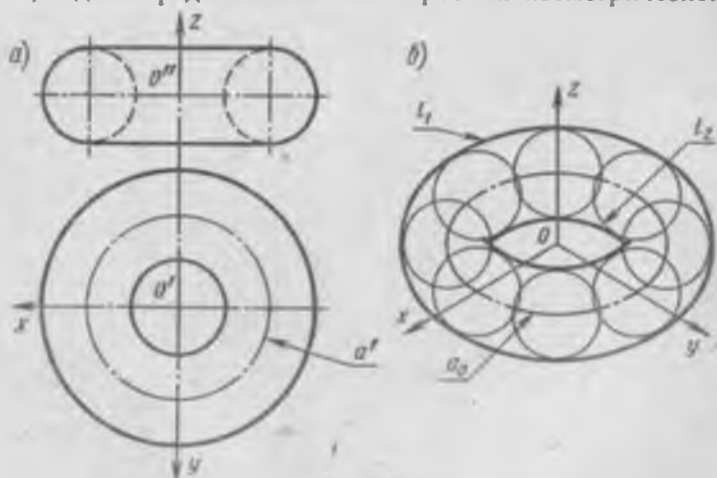


Рис. 68

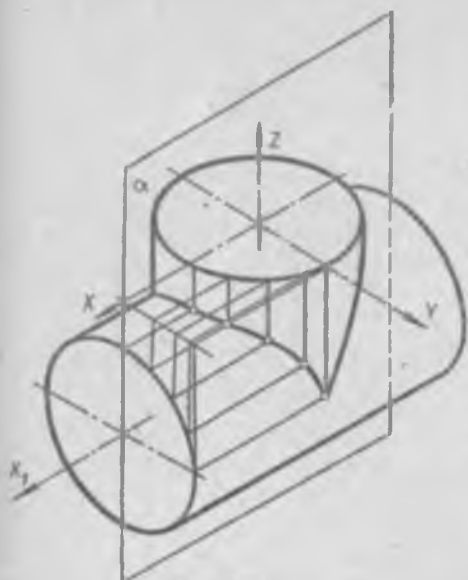


Рис. 69

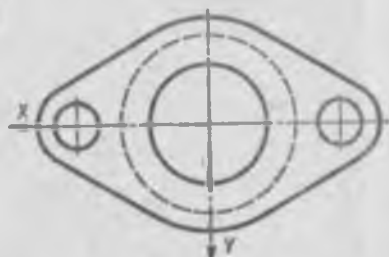
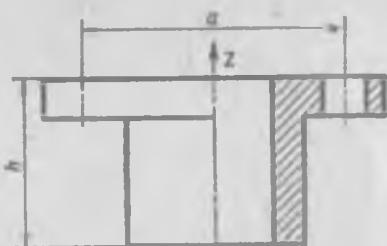


Рис. 70

екции поверхности открытого тора, показанного на рис. 68, а. Линии l_1 и l_2 , создающие наглядное представление торовой поверхности, проведены как огибающие окружностей, изображающих сферы, вписанные в тор. Центры окружностей (сфер) принадлежат эллипсу a_m , в который проецируется окружность a' (носитель центров сфер), взятая с ортогональных проекций (рис. 68, а).

В процессе построения аксонометрических проекций иногда приходится строить линии пересечения поверхностей. Такие построения можно выполнять или

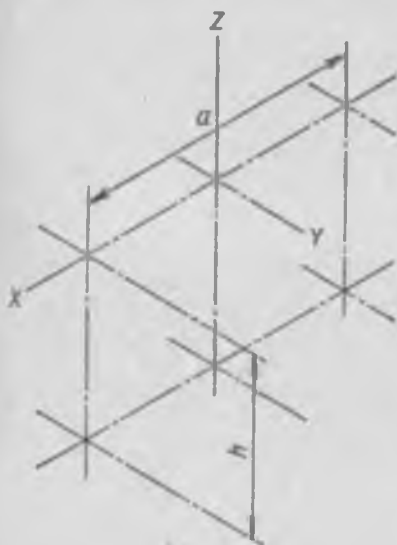


Рис. 71

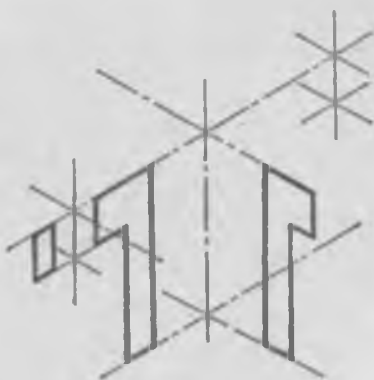


Рис. 72

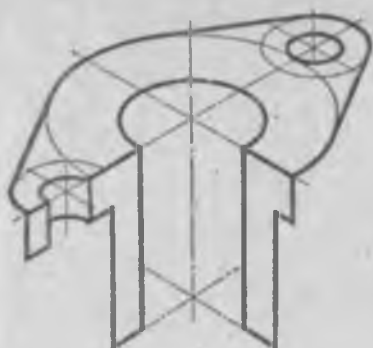


Рис. 73

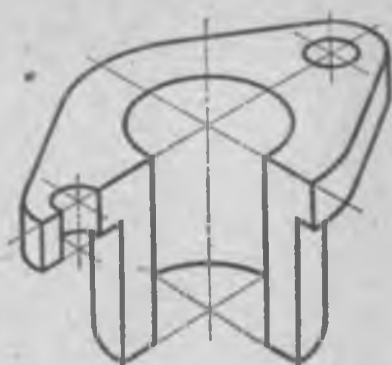


Рис. 74

по координатам принадлежащих линии пересечения точек, взятых с комплексного чертежа (ортогональных проекций), или непосредственно на аксонометрическом изображении, используя для построения вспомогательные секущие поверхности. Как правило, в качестве секущих поверхностей применяют плоскости, которые позволяют получить простые в построении линии сечения.

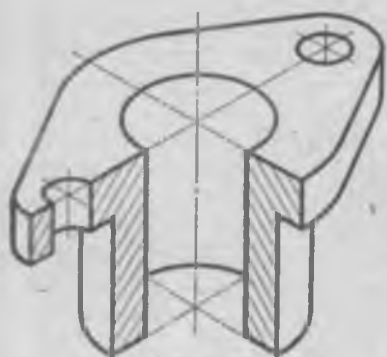


Рис. 75

На рис. 69 показано определение линии пересечения двух цилиндрических поверхностей. Построения выполнены с помощью вспомогательных секущих плоскостей, параллельных плоскости α .

Последовательность геометрических построений, которые необходимо выполнить для получения прямоугольной аксонометрии

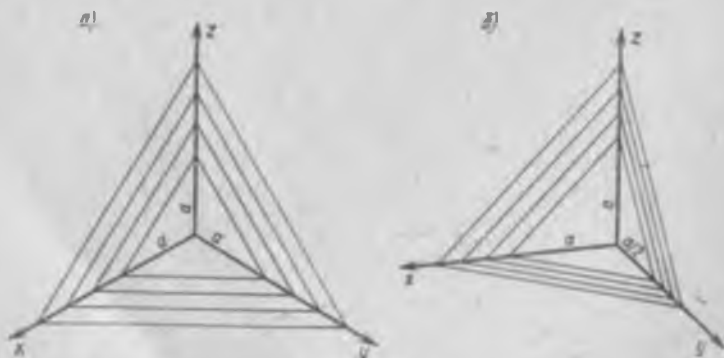


Рис. 76

ческой проекции крышки сальника, изображенного на рис. 70, такова: проводят аксонометрические оси (рис. 71), затем вычерчивают фигуры сечения, расположенные в секущих плоскостях (рис. 72); вычерчивают контурные очертания верхней плоскости фланца (рис. 73), видимого участка его нижней плоскости, а также окружности основания цилиндрической части детали и ее очерковых образующих (рис. 74) и в заключение выполняют обводку видимых контуров и наносят штриховку (рис. 75).

Направления штриховки в разрезах, полученных при сечении плоскостями, параллельными координатным плоскостям проекций, показаны на рис. 76, а для прямоугольной изометрии и рис. 76, б для прямоугольной диметрии.

ГЛАВА III

ИЗОБРАЖЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ С ВИНТОВЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

§ 14. ВИНТОВЫЕ ЛИНИИ

Винтовые поверхности, как и поверхности вращения, по широте применения в инженерной практике не имеют себе равных.

Широкое применение винтовых поверхностей связано с распространенностью винтового движения в технике, а также с замечательной особенностью винтовых поверхностей, состоящей в том, что они обладают свойством сдвигаемости: совершая винтовое перемещение, винтовая поверхность может сдвигаться без деформации в направлении движения.

Винтовая поверхность образуется винтовым перемещением образующей линии. Каждая точка образующей перемещается по линии, которую называют ходом точки или винтовой линией. Винтовое перемещение является результатом сложного движения, состоящего из сочетания равномерных вращательного и поступательного движений.

Винтовую линию можно рассматривать также как траекторию точки, принадлежащей поверхности вращения и совершающей винтовое перемещение.

Например, пространственная кривая, образованная равномерным движением точки по прямолинейной образующей цилиндрической поверхности в то время, как эта образующая равномерно, с постоянной угловой скоростью, вращается вокруг оси поверхности цилиндра, называется **цилиндрической винтовой линией** или **гелисой**. Рис. 77 дает представление о гелисе.

В зависимости от вида поверхности вращения, на которой расположены винтовые линии, они могут быть также коническими (рис. 78, а), сферическими (рис. 78, б), глобоидными (рис. 78, в).

Цилиндрическая винтовая линия. В инженерной практике и, в частности, в машиностроении широкое распространение находит цилиндрическая винтовая линия.

На рис. 79, а, б, в показаны примеры применения цилиндрических винтовых линий для формирования винтовых поверхностей: крепежных деталей (винта) — рис. 79, а; деталей для передачи вращательного движения — рис. 79, б; специальных изделий (шнека) — рис. 79, в.

Цилиндрическая винтовая линия характеризуется следующими параметрами:

1) диаметром окружности основания цилиндра d ;

2) шагом P — величиной расстояния между соседними витками винтовой линии, измеренного вдоль образующей цилиндрической поверхности *.

Винтовые линии бывают *правого* и *левого* направления. Если видимая часть винтовой линии, ось ** которой вертикальна, имеет подъем вправо (рис. 80, а), то винтовая линия называется правой, при подъеме видимой части влево линия называется левой (рис. 80, б).

Для построения ортогональных проекций цилиндрической винтовой линии необходимо знать ее шаг, направление и диаметр цилиндрической поверхности, которой принадлежит винтовая линия.

Построения выполняются в следующей последовательности:

1. Окружность основания цилиндра (см. рис. 77) делят на произвольное число равных частей и нумеруют их в направлении, указанном стрелкой, при построении правой винтовой линии или в противоположном направлении, если должна быть построена левая винтовая линия.

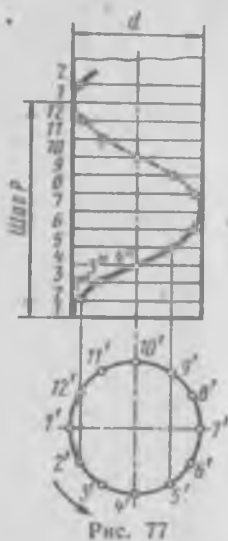


Рис. 77

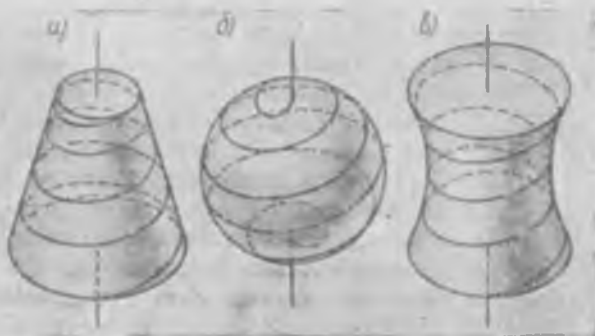


Рис. 78

2. На фронтальной проекции оси цилиндрической поверхности откладывают отрезок, равный шагу винтовой линии, который делят на такое же число равных частей. Через точки деления проводят горизонтальные прямые, которые нумеруют снизу вверх.

* Витком называют участок винтовой линии, соответствующий одному обороту точки, совершающей винтовое перемещение.

** Под осью винтовой линии подразумевается ось поверхности, которой принадлежит винтовая линия.



Рис. 79

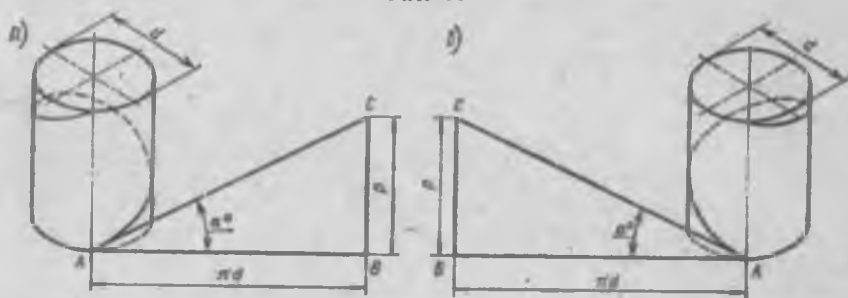


Рис. 80

Через точки деления окружности основания цилиндра проводят вертикальные прямые до пересечения с пронумерованными теми же

цифрами горизонтальными прямыми. Полученные точки 1", 2", 3", 4",... соединяют плавной кривой. Фронтальная проекция цилиндрической винтовой линии представляет собой синусоиду. Если построить развертку цилиндрической поверхности, которой принадлежит винтовая линия, то участок винтовой линии на длине одного шага изобразится гипотенузой прямоугольного треугольника, большой катет которого равен длине окружности основания цилиндра, а малый — величине шага винтовой линии (см. рис. 80). Угол α между гипотенузой и большим катетом ($\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\pi d}$) называется углом подъема винтовой линии.

Винтовая лента. Участок цилиндрической поверхности, ограниченный двумя смежными параллельными винтовыми линиями, называется винтовой лентой (рис. 81). Для изо-

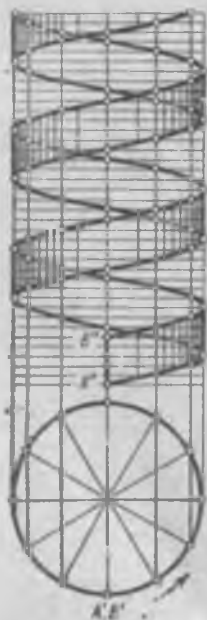


Рис. 81

бражения на чертеже винтовой ленты необходимо построить проекции двух винтовых линий, смещенных одна относительно другой вдоль оси винтовой линии на величину отрезка $A''B''$, равного ширине винтовой ленты.

§ 15. ВИНТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ

Винтовая поверхность образуется винтовым перемещением линии. В инженерной практике широкое распространение получили винтовые поверхности, образованные перемещением отрезка прямой. Такие поверхности называются геликоидами.

В зависимости от величины угла наклона отрезка прямой AB к оси гелисы, которая принята за направляющую винтовой поверхности, винтовые поверхности подразделяют: на прямые (прямые геликоиды), если угол α равен 90° (рис. 82, а), и наклонные (наклонные геликоиды), если угол α не равен 90° (рис. 83, а).

Изображение фронтальной проекции винтовых поверхностей на комплексном чертеже показано на рис. 82, б и 83, б.

Построение комплексного чертежа поверхности прямого геликоида выполняют в следующей последовательности:

1. Вычерчивают проекции гелис, являющихся траекториями концов отрезка AB .
2. Отмечают ряд последовательных положений этого отрезка.

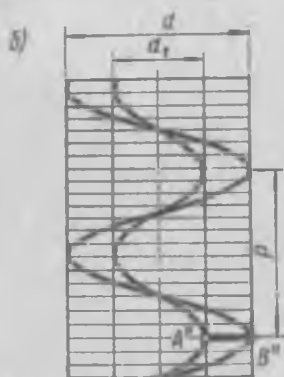
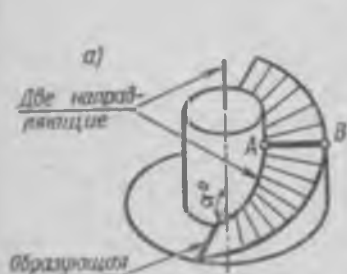


Рис. 82

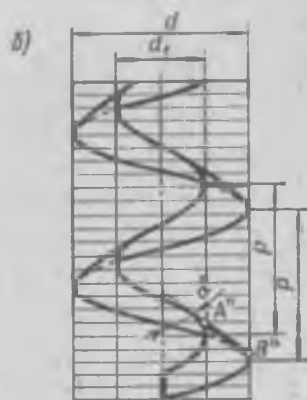
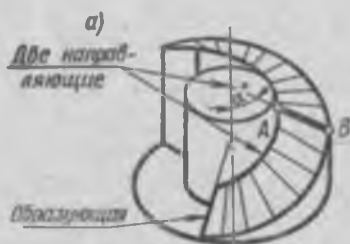


Рис. 83

Комплексный чертеж наклонного геликоида выполняется аналогично. Отличие состоит лишь в том, что отрезок прямой, образующий винтовую поверхность, составляет с осью цилиндрических поверхностей, которым принадлежат направляющие винтовые линии, произвольный угол, отличный от 90° (см. рис. 83).

Используя в качестве образующей различные по форме кривые линии, можно получать разнообразные криволинейные винтовые поверхности. Семейство винтовых поверхностей может быть увеличено также путем изменения параметров винтовых линий и формы носителя — поверхности вращения, на которой расположена винтовая линия.

Все многообразие изделий с винтовыми поверхностями в зависимости от области их применения условно можно разделить на три группы:

1. *Крепежные изделия* — применяются для разъемного соединения деталей. К этой группе относятся болты и шпильки с гайками, винты и шурупы.

2. *Изделия, которые используются для преобразования движения:* а) вращательного во вращательное с измененной частотой вращения, б) вращательного в поступательное (или наоборот).

3. *Изделия специального назначения.* К ним относятся различные по форме и назначению специальные винты, лопасти насосов и турбин, шнеки, инструменты.

§ 16. РЕЗЬБА И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Используя различное сочетание винтовых поверхностей, можно получить разнообразные геометрические фигуры — винтовые выступы, которые применяются для образования резьб.

Образование винтового выступа можно рассматривать как результат винтового перемещения какой-либо плоской геометрической фигуры (треугольника, квадрата, трапеции, полукруга). При этом плоскость фигуры должна проходить через ось поверхности вращения, к которой прилегает винтовой выступ.

Винтовой выступ совместно с поверхностью, к которой он прилегает, образует винт. Резьба представляет собой сочетание винтовых поверхностей и поверхности вращения.

В зависимости от вида фигуры, образующей винтовой выступ, резьба бывает: треугольная (рис. 84, а), прямоугольная (рис. 84, б), трапециевидная (рис. 84, в) и др.

Если фигура сечения (профиля) винтового выступа перемещается по поверхности прямого кругового цилиндра, резьба называется цилиндрической. При перемещении фигуры сечения винтового выступа по поверхности прямого кругового конуса получают коническую резьбу.

В машиностроении применяются цилиндрические, реже — конические и глобидные резьбы.

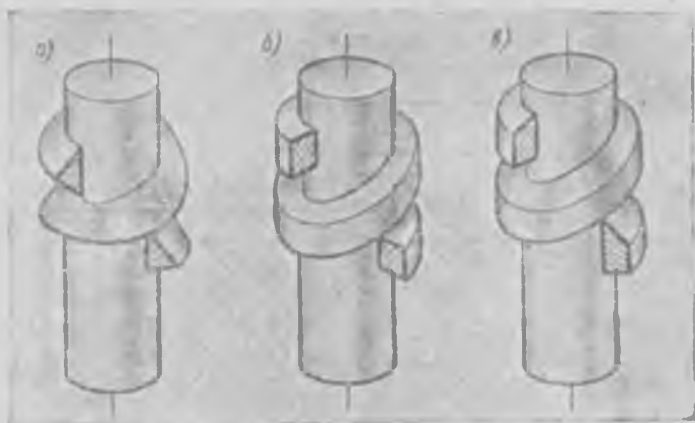


Рис. 84

Основные параметры цилиндрических и конических резьб — номинальный диаметр резьбы d , профиль, шаг P , ход резьбы P_h .

Наружным диаметром резьбы считается диаметр воображаемого цилиндра, касательного к вершинам наружной или впадинам внутренней резьбы. Этот диаметр для большинства резьб принимают за номинальный диаметр резьбы и обозначают d .

Внутренний диаметр резьбы обозначают d_1 , D_1 * (рис. 85, 86).

Шагом резьбы P называют расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля резьбы, измеренное в направлении, параллельном ее оси (рис. 85, 86).

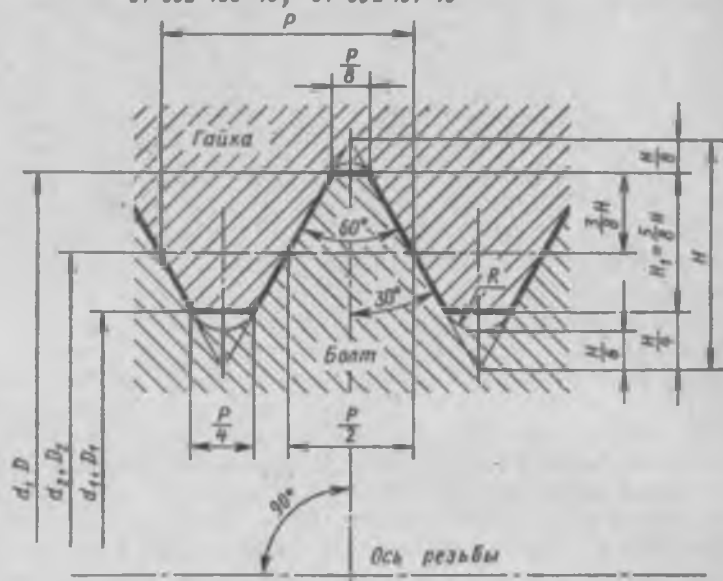
Ход резьбы P_h — расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности. В однозаходной резьбе ход равен шагу: $P_h = P$. В многозаходной резьбе ход равен произведению шага на число заходов z : $P_h = Pz$.

При изготовлении резьбы размеры диаметров выступов и впадин наружной резьбы (например болта) несколько отличаются от размеров диаметров впадин и выступов внутренней резьбы (например гайки). В конструкторской практике и машиностроительном черчении условно считают эти диаметры одинаковыми.

У стандартных резьб параметры и размеры имеют определенные, взаимосвязанные величины, устанавливаемые соответствующими стандартами. Стандартные резьбы изготавливаются различной точности. Так, например, ГОСТ 16093—70 устанавливает поля допусков болтов и гаек в трех классах точности: точном, среднем, грубом. Обозначение поля допуска диаметра резьбы состоит из

* По рекомендации ИСО (международной организации по стандартизации) и по стандартам СЭВ диаметры наружной резьбы (болта) обозначаются d , d_1 и d_2 , а диаметры внутренней резьбы (гайки) — D , D_1 и D_2 .

Резьба метрическая
СТ СЭВ 180-75, СТ СЭВ 181-75



d — наружный диаметр наружной резьбы (болта); D — наружный диаметр внутренней резьбы (гайки); d_1 — внутренний диаметр болта; D_1 — внутренний диаметр гайки; d_2 — средний диаметр болта; D_2 — средний диаметр гайки; P — шаг резьбы; H — высота исходного треугольника; R — номинальный радиус закругления впадины болта; H_1 — рабочая высота профиля

Рис. 85

Резьба метрическая для приборостроения
СТ СЭВ 183-75

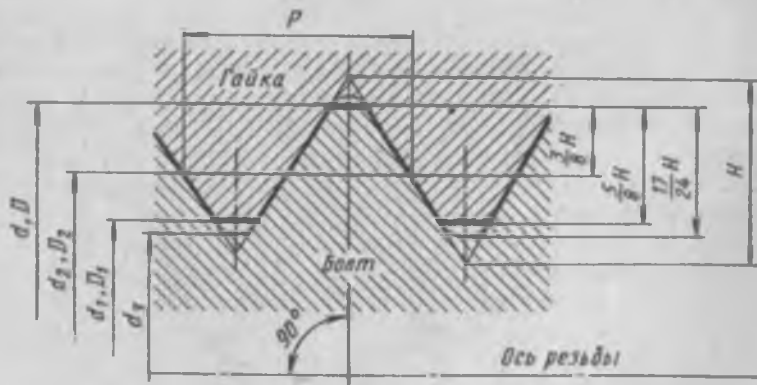


Рис. 86

цифры, показывающей степень точности, и буквы, обозначающей основное отклонение, например: $4h$, $6g$, $7H$. В учебных чертежах поля допусков в обозначениях резьб не указывают.

Типы резьб

В машино- и приборостроении применяются стандартные резьбы различных типов:

1. **Метрическая резьба** имеет профиль в виде равностороннего треугольника (см. рис. 85). Вершины профиля срезаны на $1/8H$, а впадины притуплены на $1/6H$, где H — высота исходного треугольника теоретического профиля резьбы. Метрическая резьба находит широкое применение в крепежных деталях (болтах, шпильках, винтах, гайках). Форма и размеры профиля метрической резьбы приняты по СТ СЭВ 180—75.

Основными параметрами метрической резьбы являются номинальный (наружный) диаметр d и шаг P . СТ СЭВ 181—75 устанавливает ряд номинальных диаметров от 0,25 до 600 мм и соответствующих им шагов в пределах от 0,075 до 6 мм. При выборе диаметров резьб следует предпочитать первый ряд второму, а второй — третьему. Диаметры и шаги резьб, приведенные в таблице СТ СЭВ 181—75 в скобках, применять не рекомендуется. Каждому номинальному диаметру резьбы соответствует один крупный и несколько мелких шагов. Например, при наружном диаметре 20 мм метрическая резьба может иметь один крупный шаг, равный 2,5 мм, и 5 мелких шагов, равных 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5 мм.

Резьбу с мелким шагом применяют для соединения тонкостенных деталей в тех случаях, когда требуется обеспечить повышенную герметичность соединения. Мелкая резьба используется также в приборах и аппаратах, в которых необходимо производить тонкую регулировку подачи.

Кроме указанных стандартов СЭВ в качестве Госстандартов СССР приняты СТ СЭВ 182—75 «Резьба метрическая. Основные размеры» и СТ СЭВ 183—75 «Резьба метрическая для приборостроения. Диаметры и шаги». Последний стандарт СЭВ заменил с 1 января 1978 г. ГОСТ 16967—71 «Резьба метрическая для приборостроения». Дополнительно принят СТ СЭВ 184—75 «Резьбы метрические для приборостроения. Основные размеры».

2. **Дюймовая резьба** имеет профиль равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° (рис. 87). Вершины треугольника плоско срезаны.

Наружный (номинальный) диаметр дюймовой резьбы указывают в дюймах ($1'' = 25,4$ мм). Основные размеры дюймовой резьбы в милли-

Резьба дюймовая

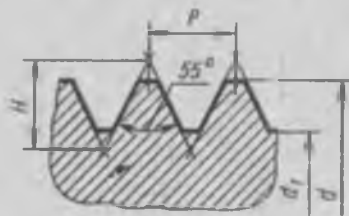


Рис. 87

метрах были регламентированы ОСТ НКТП 1260. В настоящее время этот стандарт ликвидирован без замены. Для каждого диаметра резьбы было установлено число витков (циток), содержащихся в одном дюйме ее длины.

В настоящее время применение дюймовой резьбы во всех вновь конструируемых изделиях запрещено. Ее применяют только при замене пришедших в негодность деталей, имевших дюймовую резьбу, и в трубных соединениях.

*Резьба трубная цилиндрическая
ГОСТ 6357-73*



Рис. 88

3. Трубная цилиндрическая резьба по ГОСТ 6357—73 имеет профиль дюймовой резьбы *. Вершины и впадины профиля при-
туплены на $1/6H$ и скруглены (рис. 88).

Трубную резьбу применяют для соединения труб и их деталей — фитингов, а также для тонкостенных деталей цилиндрической формы. Трубную резьбу условно обозначают в дюймах, указывающих (приблизленно) величину диаметра условного прохода (диаметра отверстия трубы) **. Так, например, трубная резьба с номинальным размером $1\frac{1}{4}$ " имеет диаметр условного прохода 31,75 мм ($1,25 \times 25 = 31,75$), а наружный диаметр — 41,912 мм.

4. Трубная коническая резьба применяется для соединения труб в трубопроводах высокого давления в тех случаях, когда требуется повышенная герметичность резьбового соединения.

Стандартная трубная коническая резьба так же, как и цилиндрическая, имеет одинаковый с дюймовой резьбой профиль. Бис-

* Стандарт 6357—73 имеет срок действия до 01.07.84 г.

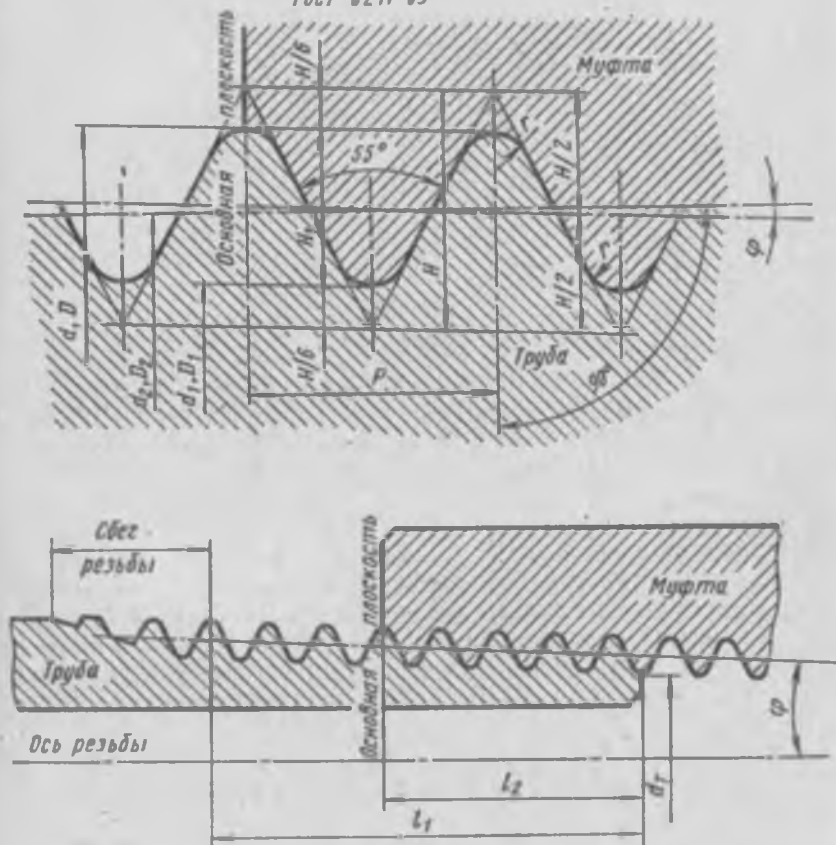
** Диаметры условных проходов D_y стандартизированы СТ СЭВ 254—76.

сектриса угла, равного 55° , перпендикулярна к оси конуса. Конусность принята равной $1/16$, что соответствует углу наклона прямой конической поверхности к его оси, равному $1^\circ 47' 24''$ (рис. 89).

На чертеже при обозначении трубной конической резьбы указывают ее условный диаметр в дюймах, перед которым ставят буквенное обозначение $K_{\text{труб}}$ и номер стандарта, например, $K_{\text{труб}} 1\frac{1}{4}" \text{ ГОСТ } 6211-69$.

Условный диаметр трубной конической резьбы и фактические ее наружный d и внутренний d_1 диаметры измеряются в плоскости, перпендикулярной оси трубы и совпадающей с торцом детали, имеющей внутреннюю резьбу. Эту плоскость называют основной плоскостью (см. рис. 89).

Резьба трубная коническая
ГОСТ 6211-69



$$H = 0,96024P$$

$$H_1 = 0,64033P$$

$$r = 0,13728P$$

$$\varphi = 1^\circ 47' 24''$$

$$\text{Конусность } 2 \tan \varphi = 1:16$$

Рис. 89

Если деталь (трубу) с наружной трубной конической резьбой ввернуть в другую деталь (муфту) без натяга, то труба войдет в муфту на некоторую длину l_2 , определяющую положение основной плоскости относительно торца трубы. Величину l_2 берут из ГОСТ 6111—69.

Диаметр трубной конической резьбы, взятый в основной плоскости, и связанные с ним другие параметры этой резьбы — шаг, число витков (ниток) на длине $1''$ — полностью соответствуют параметрам трубной цилиндрической резьбы того же диаметра. Это позволяет детали с трубной конической резьбой свинчивать с деталями, имеющими стандартную цилиндрическую трубную резьбу.

Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60°

ГОСТ 6111—52

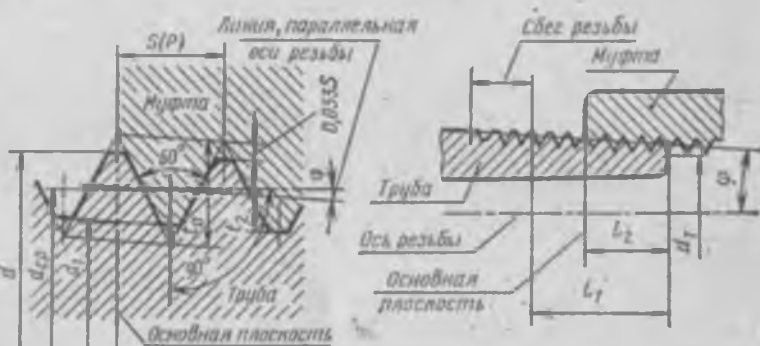


Рис. 90

5. Коническая дюймовая резьба находит применение в трубопроводах со сравнительно невысоким давлением. Профиль этой резьбы имеет форму треугольника с углом при вершине 60° (рис.90).

Основные параметры конической дюймовой резьбы стандартизированы ГОСТ 6111—52.

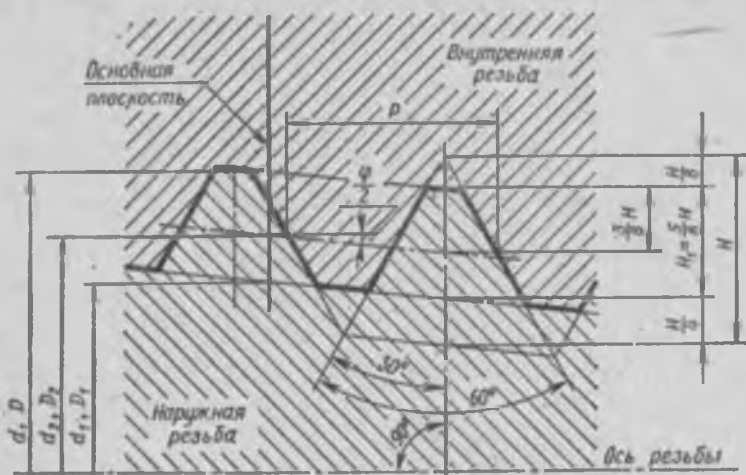
6. Коническая метрическая резьба (рис. 91) с конусностью $1/16$ применяется в тех же случаях, что и резьбы, описанные в пп. 4, 5. Эта резьба стандартизована СТ СЭВ 304—76. Профиль резьбы аналогичен по размеру элементов профилю метрической резьбы по СТ СЭВ 180—75. Размеры диаметров и шагов, а также расстояния до основной плоскости приведены в табл. 1 СТ СЭВ 304—76.

Обозначение этой резьбы на чертежах: $МК20 \times 1,5$. При левой резьбе добавляются буквы $ЛН$. Соединение внутренней метрической резьбы с наружной конической обозначается по типу: $М/МК20 \times 1,5$.

Описанные выше метрические и дюймовые резьбы служат для получения разъемных соединений деталей.

Кроме этого, в машиностроении широкое применение находят резьбы, предназначенные для передачи движения с помощью ходовых винтов, для которых применяются трапецидальная, упорная, прямоугольная и круглая резьбы.

**Резьба метрическая коническая
СТ СЭВ 504-76**

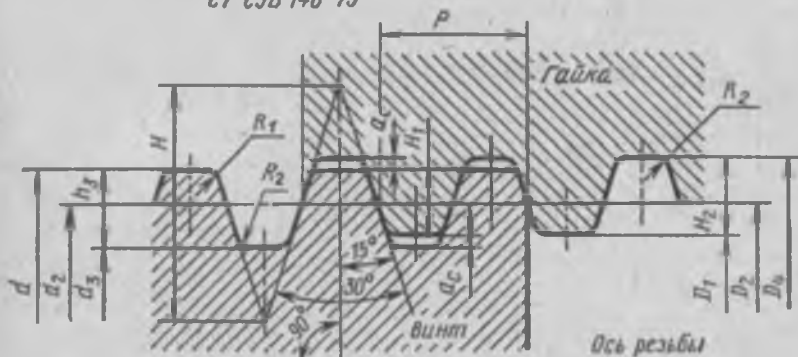


Конусность $2 \operatorname{tg} \varphi/2 = 1:16$; $\varphi = 3^\circ 34' 48''$; $\varphi/2 = 1^\circ 47' 24''$; d — наружный диаметр наружной конической резьбы; D — наружный диаметр внутренней конической резьбы; d_1 — внутренний диаметр наружной конической резьбы; D_1 — внутренний диаметр внутренней конической резьбы; d_2 — средний диаметр наружной конической резьбы; D_2 — средний диаметр внутренней конической резьбы; φ — угол конуса; $\varphi/2$ — угол уклона; P — шаг резьбы; H — высота исходного треугольника

Рис. 91

7. Трапецидальная резьба применяется для винтов, передающих возвратно-поступательное движение. Трапецидальная резьба имеет профиль равнобокой трапеции с углом между боковыми сторонами $\alpha = 30^\circ$ (рис. 92).

**Резьба трапецидальная
СТ СЭВ 146-75**



d — наружный диаметр винта; d_1 — средний диаметр винта; d_2 — внутренний диаметр винта; D — наружный диаметр гайки; D_1 — внутренний диаметр гайки; D_2 — средний диаметр гайки; P — шаг резьбы; H — высота исходного треугольника; H_1 — рабочая высота профиля; H_2 — высота профиля резьбы гайки; H_3 — высота профиля резьбы винта; R_1 — радиус скругления по вершине резьбы винта; R_2 — радиус скругления по впадине резьбы винта и гайки; R_3 — радиус скругления по вершине резьбы гайки; R_4 — радиус скругления по впадине резьбы гайки; a_c — зазор по вершине резьбы

Рис. 92

Резьба упорная

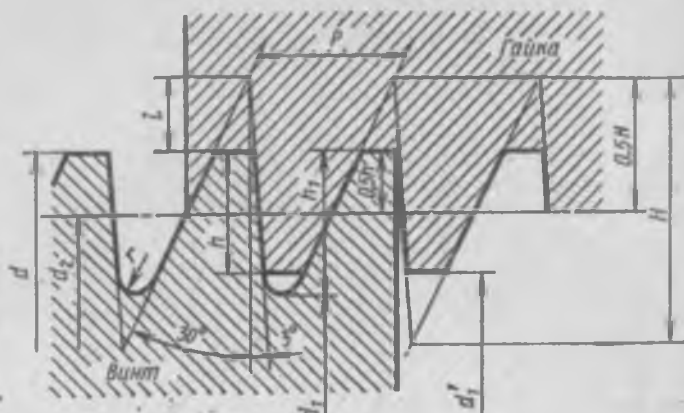
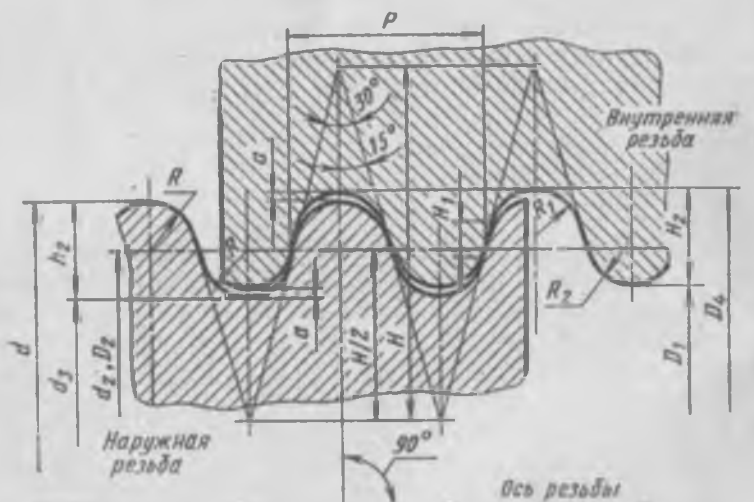


Рис. 93

Размеры трапецеидальных резьб стандартизованы СТ СЭВ 639—77 «Резьба трапецеидальная, однозаходная. Диаметры и шаги» и СТ СЭВ 185—75 «Резьба трапецеидальная, многозаходная. Размеры и допуски». Профили трапецеидальных резьб — по СТ СЭВ 146—78.

Резьба круглая СТ СЭВ 307-76



d — наружный диаметр наружной резьбы; d_2 — средний диаметр наружной резьбы; d_1 — внутренний диаметр наружной резьбы; D_2 — средний диаметр внутренней резьбы; D_1 — внутренний диаметр внутренней резьбы; P — шаг резьбы; H — высота исходного треугольника; H_1 — рабочая высота профиля; H_2 — высота профиля; R — радиус закругления по вершине и впадине наружной резьбы; R_1 — радиус закругления по вершине внутренней резьбы; R_2 — радиус закругления по вершине внутренней резьбы; a — зазор по вершинам резьбы.

Рис. 94

Обозначение трапецидальной резьбы на чертежах содержит буквы *Tr*, номинальный диаметр, ход P_h и шаг P , например, *Tr 20×4 (P2)*. Здесь: *Tr*—условное обозначение трапецидальной многозаходной резьбы, 20 — номинальный диаметр резьбы (берется из табл. 1 СТ СЭВ 185—75), 4 — ход резьбы $P2$ — шаг резьбы (все размеры — в миллиметрах). Если резьба левая, к ее обозначению добавляются буквы *LH*. В производственных чертежах в обозначение резьбы включают обозначение поля допуска (см. гл. IV, § 27), состоящее из цифры, показывающей степень точности среднего диаметра резьбы и буквы латинского алфавита, обозначающей основное отклонение размера этого диаметра. При этом применяют строчные буквы для обозначения основного отклонения резьбы винта и прописные — для отклонения резьбы гайки, например, *Tr 20×4 (P2)—LH—8H/8e*.

8. Упорная резьба используется в конструкциях, в которых резьбовая пара подвержена значительным, односторонне направленным усилиям, действующим вдоль оси винта.

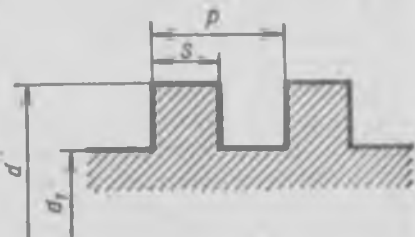


Рис. 95

Профиль упорной резьбы имеет форму трапеции, у которой сторона, воспринимающая усилие, составляет с прямой, перпендикулярной оси винта, угол в 3° ; другая сторона — угол в 30° (рис. 93).

Профиль и параметры упорной резьбы стандартизованы ГОСТ 10177—62. На чертежах упорная резьба обозначается буквами *Уп.*, номинальным диаметром и шагом, например, *Уп. 80×16*.

9. Круглая резьба (рис. 94) стандартизована СТ СЭВ 307—76.

10. Прямоугольная резьба находит применение при изготовлении винтов, домкратов и прессов, ходовых винтов металлообрабатывающих станков, натяжных винтов транспортеров и т. д. При изображении этой резьбы обязательно указывают ее профиль и размеры (рис. 95). Прямоугольная резьба не стандартизована.

Кроме перечисленных в пп. 1—10 видов стандартных резьб в отдельных отраслях машино- и приборостроения применяются иные виды резьб. К ним, в частности, относятся:

1. Резьба окулярная для оптических приборов по ГОСТ 5359—77.

2. Резьба метрическая для приборостроения по СТ СЭВ 183—75.

3. Резьба метрическая для диаметров от 1 до 180 мм на деталях из пластмасс по ГОСТ 11709—71.

4. Резьба круглая для санитарно-технической арматуры по ГОСТ 13536—68.

5. Резьба коническая вентиля и горловин баллонов для газов и калибры к ней по ГОСТ 9909—70 (соответствует рекомендации СЭВ РС 1199—67).

6. Резьба коническая для колпачковых масленок.

7. Резьба круглая для цоколей и патронов электрических ламп и калибры к ней.

§ 17. СБЕГ РЕЗЬБЫ, ФАСКИ, ПРОТОЧКИ

Для нарезания резьбы пользуются специальным инструментом: плашками, метчиками, резцами, фрезами и др. Плашки применяют для нарезания наружной, метчики — внутренней резьбы.

Режущая часть плашки (рис. 96) разделяется на два участка: заборный — с резьбой, ограниченной конической поверхностью, и цилиндрический — формирующий резьбу необходимого профиля, шага и размера.

Заборный участок плашки оставляет на стержне резьбу с постепенно уменьшающимся по длине профилем (участок l_1 на рис. 96). Этот участок неполноценной резьбы называется **сбегом резьбы**. Если резьбовая часть нарезаемого стержня ограничена выступающей опорной поверхностью (например: головкой, буртиком, заплечиком и т. п.), то во избежание поломки плашку до упора в эту поверхность не доводят. На стержне появляется участок длиной l_2 без резьбы. Этот участок называется **недоводом резьбы**. Участок стержня, равный сумме длин сбega и недовода $l = l_1 + l_2$, носит название **недореза резьбы**.

Численные значения сбega и недовода резьбы стандартизованы СТ СЭВ 214—75. На учебных чертежах для метрических наружных резьб рекомендуется принимать длину участка недореза $l = 3P$, длину сбega $2P$ (где P — шаг резьбы).

При нарезании резьбы метчиком в несквозном (глухом) отверстии, как видно из рис. 97, также появляются участки сбega l_1 и недовода l_2 , суммарная длина которых определяет длину участка недореза резьбы l .

На учебных чертежах длину участка недореза l можно брать равной $7P$ (сбег $l_1 = 3P$, недовод $l_2 = 4P$). Допускается также округлять ее до $0,5d$, где d — размер номинального диаметра резьбы. Чтобы облегчить свинчивание резьбовых деталей, на конце стержня (например болта) и в начале отверстия (например гайки) выполняются конические фаски с углом наклона прямых линий образующих к оси стержня или отверстия, равным 45° (рис. 98). Высота фасок установлена ГОСТ 10549—63. Она зависит от шага резьбы.

Для того чтобы убрать неполноценную резьбу на участке сбega и недовода, выполняются **кольцевые проточки** (рис. 99). Форма и величина проточек зависят от типа резьбы, ее диаметра и шага. Размеры проточек стандартизованы СТ СЭВ 214—75.

На учебных чертежах и эскизах для метрических резьб ширину проточек f_1 можно принимать равной величине недореза $2P$ для наружной и $2,5P$ для внутренней резьбы.

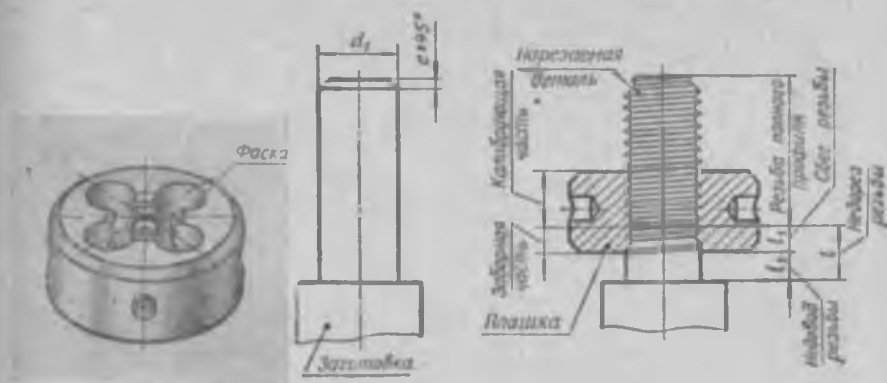


Рис. 96

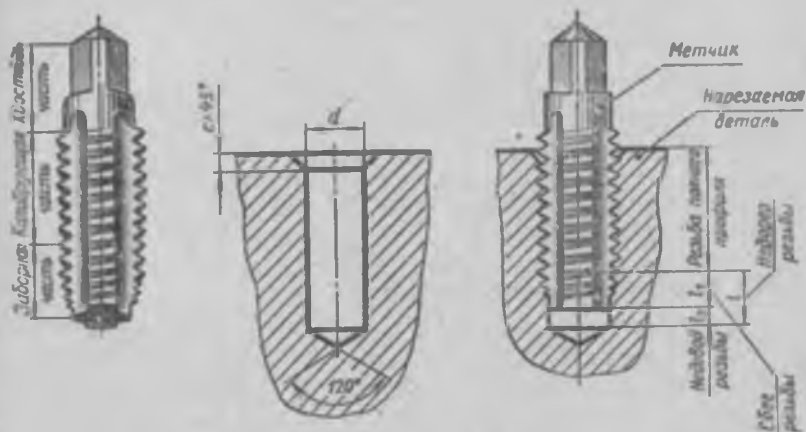


Рис. 97

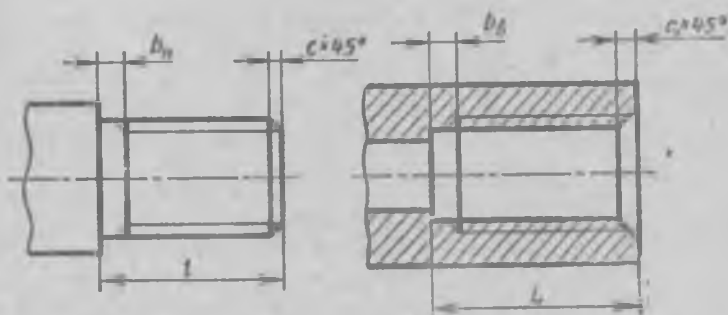


Рис. 98

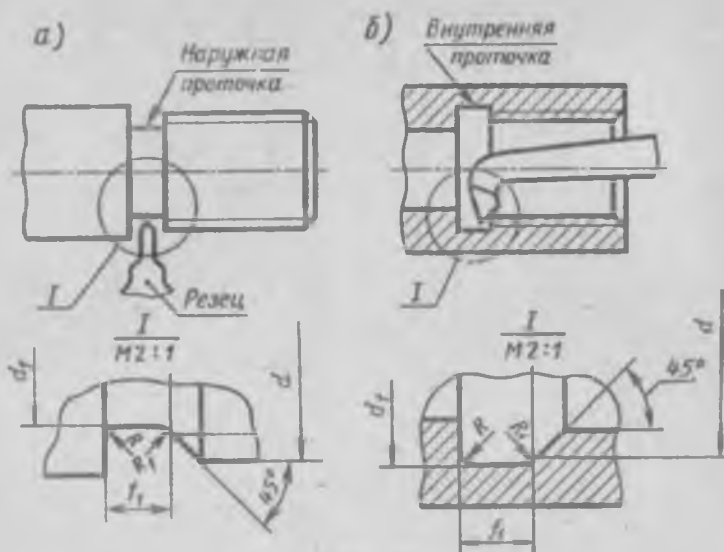


Рис. 99

§ 18. УСЛОВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБ НА ЧЕРТЕЖАХ

Построение изображений винтовых поверхностей, образующих резьбу, — длительный и трудоемкий процесс. Поэтому на чертежах изделий, имеющих стандартную резьбу, последнюю показывают условно без построения винтовых линий и поверхностей. Правила условных изображений и обозначений резьбы и ее элементов приведены в ГОСТ 2.311—68 (СТ СЭВ 284—76).

Наружная резьба изображается сплошными основными линиями по наружному диаметру d и сплошными тонкими линиями по внутреннему d_1 . При изображении на плоскости, параллельной оси резьбы, эта тонкая линия должна пересекать границу фаски на конце стержня и доходить до сплошной линии, ограничивающей резьбу * (рис. 100).

При изображении резьбы на плоскости, перпендикулярной к оси резьбы, тонкую линию окружности внутреннего диаметра резьбы d_1 проводят в виде дуги, примерно равной $3/4$ этой окружности. Разрыв окружности допускается делать в любом месте. Расстояние между сплошной и тонкой линиями обычно принимают равным не менее 0,8 мм и не более шага резьбы.

* Сбег резьбы на учебных чертежах не показывают и за длину резьбы принимают ее длину с полным профилем, включая фаску. На производственных чертежах иногда указывают сбег резьбы сплошными тонкими линиями с нанесением его размеров.

Внутреннюю резьбу в разрезах изделий показывают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру.

В изображениях на плоскости, перпендикулярной к оси резьбы, сплошную тонкую линию проводят в виде дуги, приблизительно равной $\frac{3}{4}$ окружности и разомкнутой в любом месте (рис. 101). Начало и конец этой дуги не должны совпадать с осевой линией.

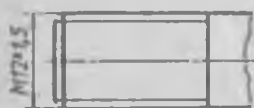


Рис. 100

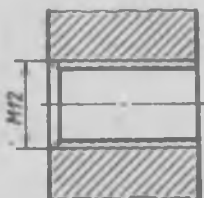


Рис. 101



При изображении резьбы как наружной, так и внутренней на плоскости, перпендикулярной к ее оси, фаски не показывают.

Штриховку в разрезах и сечениях резьбовых изделий наносят до сплошной основной линии, т. е. до наружного контура сече-

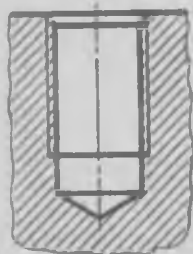


Рис. 102

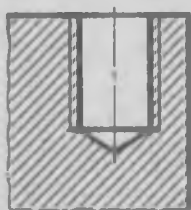


Рис. 103

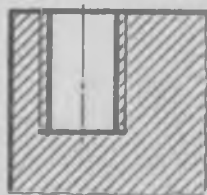


Рис. 104

ния наружной резьбы и до внутреннего контура внутренней резьбы.

При изображении резьбы в несквозном (глухом) отверстии показывают только длину ее полного профиля (рис. 102).

На чертежах, по которым резьба не изготавливается (например сборочных), фаски на резьбе можно не показывать (рис. 103), а торец несквозного отверстия можно изображать упрощенно, как на рис. 104.

При изображении конической резьбы на плоскости, перпендикулярной к оси конуса, необходимо провести окружности сплошными основными линиями и дуги окружностей — тонкими сплошными линиями с учетом изменения диаметров, как показано на рис. 105.

Обозначение резьбы, нанесенное на ее условном изображении, должно давать полное представление о типе резьбы и ее размерах.

Примеры обозначения отдельных типов резьб были приведены в § 16.

В общем случае обозначение резьбы состоит из буквенных и цифровых данных, содержащих сведения о типе резьбы и ее размерах. Буква или сокращенное название дают представление о типе резьбы, например, *M* — метрическая, *Tr* — трапецидальная.

В обозначении мелкой метрической, трапецидальной, упорной и специальных резьб число, стоящее за буквенным обозначением,

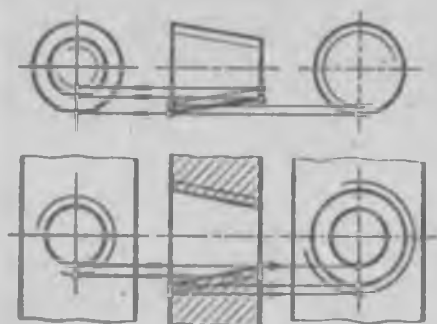


Рис. 105

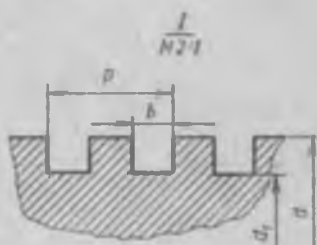
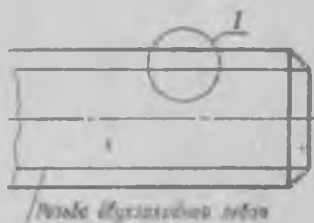


Рис. 106

показывает величину номинального диаметра резьбы в миллиметрах, а число после знака умножения — шаг, например, *M24 × 2*, *Tr30 × 6*.

Дюймовая цилиндрическая резьба обозначается только величиной номинального диаметра в дюймах, например, $1\frac{1}{4}''$.

Если резьба имеет левое направление, то к ее условному обозначению по стандарту СЭВ добавляют буквы *LH*, например *Un.70 × 4 LH*, или по ГОСТу слово *лев*.

Многозаходную резьбу обозначают буквой, показывающей тип резьбы, номинальным диаметром, числовым значением хода и буквой *P* с числовым значением шага (в скобках), например, *M24 × 3 (P1)*.

Обозначение трубной цилиндрической резьбы *Труб. $\frac{3}{4}''$* указывает на тип резьбы и внутренний диаметр (условный проход) трубы, на внешней поверхности которой нарезана резьба.

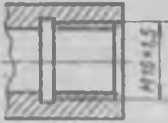
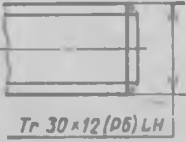
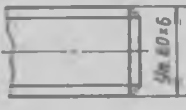
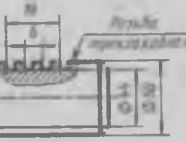
В обозначении стандартной конической резьбы в отличие от принятого обозначения других стандартных резьб указывают номер стандарта, например, *K $\frac{3}{4}''$ ГОСТ 6111—52*.

У резьбы с нестандартным профилем необходимо изображать ее профиль с надписью *резьба*. Для облегчения нанесения размеров рекомендуется делать местный разрез или выносной элемент, изображая его в большем масштабе, как показано на рис. 106.

При обозначении специальных резьб перед указанием типа резьбы ставят буквы *Сп*, например, специальная трапецидальная резьба со стандартным профилем, но с диаметром и шагом, не предусмотренными стандартом, должна быть обозначена *Сп.Tr50×5*.

Условное изображение и обозначение резьбы на чертежах представлено в табл. 4.

Таблица 4

Пример условного изображения и обозначения резьбы	Наименование резьбы и ее характеристика	Пример условного изображения и обозначения резьбы	Наименование резьбы и ее характеристика
	Резьба метрическая, правая, наружный диаметр 16 мм, шаг 1,5 мм, мелкий		Резьба трапецидальная, левая, двухзаходная, наружный диаметр 30 мм, ход 12 мм, шаг 6 мм
	Резьба трубная цилиндрическая, правая, условный диаметр 3/4"		Резьба упорная, правая, наружный диаметр 60 мм, шаг 6 мм
	Резьба коническая дюймовая, правая, условный диаметр 1"		Резьба прямоугольная, правая, трехзаходная, с нестандартным профилем, шаг 6 мм, ход 18 мм
	Резьба трапецидальная, однозаходная, правая, наружный диаметр 24 мм, шаг 6 мм		

§ 19. СТАНДАРТНЫЕ КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ, ИХ УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

Для осуществления разъемного соединения деталей применяются различные резьбовые крепежные детали: болты, винты, шпильки, гайки, а также детали для их стопорения: шплинты, различные шайбы, проволока.

Форма, размеры и другие характеристики крепежных деталей (такие, как материал, характер покрытия и т. д.) устанавливаются ГОСТ 1759—70. Крепежные детали, как правило, имеют метрическую резьбу с крупным шагом.

Болты. Болт (рис. 107) представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, на другом — резьба для навинчивания гайки.

В машиностроении находят применение различные болты, отличающиеся как по форме, размерам, точности изготовления, так и по характеру исполнения. Наибольшее распространение имеют болты с шестигранной головкой.

Размеры болтов с шестигранной головкой нормальной точности определяет ГОСТ 7798—70, который, в частности, предусматривает три исполнения таких болтов (рис. 108):

исполнение 1 — без отверстий в головке и стержне болта;



Рис. 107

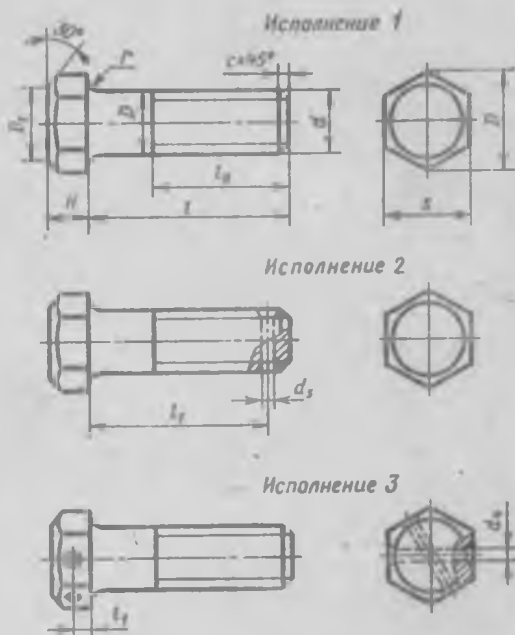


Рис. 108

исполнение 2 — с отверстием на резьбовой части стержня для стопорения шплинтом;

исполнение 3 — с двумя отверстиями в головке для стопорения группы болтов с помощью проволоки. Длина резьбовой части болта l_0 зависит от длины болта l (см. ГОСТ 7798—70). Размеры головки болта зависят от величины номинального диаметра резьбы.

При выполнении чертежа болта главный вид всегда располагают так, чтобы ось болта была параллельна основной надписи чертежа. Чертеж выполняют по размерам, взятым из ГОСТ 7798—70.

На рис. 109 представлен чертеж стандартного болта исполнения 1, с резьбой М30, крупного шага и длиной $l = 100$ мм.

Последовательность выполнения чертежа следующая:

1. По заданным значениям $M30$ и $l = 100$ мм из таблиц ГОСТ 7798—70 определяют остальные размеры болта (высоту головки $H = 19$ мм, диаметр описанной окружности $D = 50,9$ мм, радиус под головкой $r = 2,7$ мм, длину резьбовой части стержня $l_0 = 66$ мм).

2. Вычерчивают контуры изображений болта (главного вида, вида сверху и вида слева) и ребра головки болта.

3. На виде слева проводят окружность диаметром $D_1 = 0,9s$ (где $s = 46$ мм — размер под ключ). Эта окружность является линией пересечения торца головки болта с фаской.

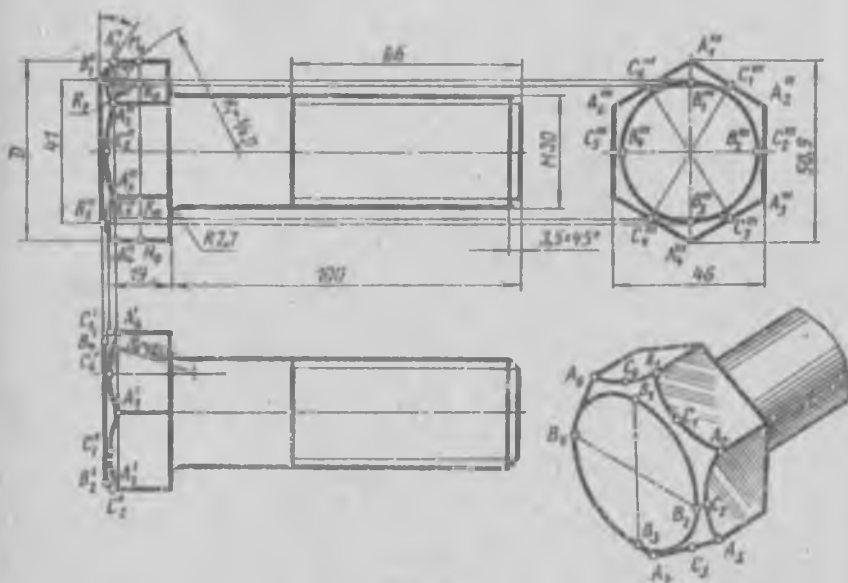


Рис. 109

4. Отмечают точки B_1', B_2', B_3', B_4' , расположенные на окружности D_1 , и определяют их положения на главном виде (B_1' и B_3') и виде сверху (B_2' и B_4').

5. Из точек B_1', B_3' и B_2', B_4' проводят прямые под углом 30° к торцу головки болта, которые в пересечении с соответствующими ребрами головки болта определяют точки A_1', A_4' и C_2', C_5' .

С помощью прямой, проходящей через точки A_1', A_4' , находят точки A_2' и A_3' .

6. Через точки A_2', C_2', A_3' проводят дугу окружности *.

7. Дуга окружности $A_2'C_2'A_3'$ позволяет определить точки M_0 и N_0 прямой, на которой находятся центры K_0 дуг окружностей, проходящих через точки A_1', A_2' и A_3', A_4' .

* В действительности, точки $A_2'C_2'A_3'$ принадлежат дуге гиперболы, по которой грань головки пересекает коническую поверхность фаски.

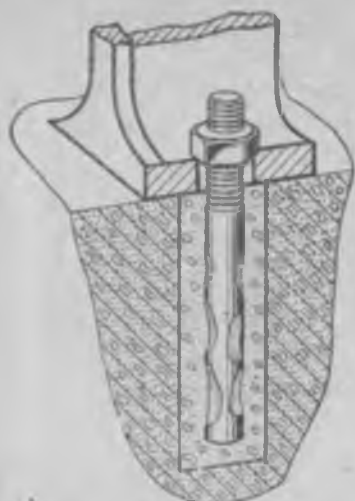


Рис. 110

В инженерной практике находят применение также специальные виды болтов, например:

— *фундаментные болты*, у которых функцию головки выполняет удлиненная ненарезанная часть стержня с насечками или вмятинами, которую погружают в отверстие в бетонном основании фундамента и заливают цементным раствором (рис. 110). Фундаментные болты применяют для крепления станины или корпуса изделия к фундаменту;

* Величину фаски s берут из таблицы СТ СЭВ 215—75 в зависимости от диаметра резьбы и ее шага.

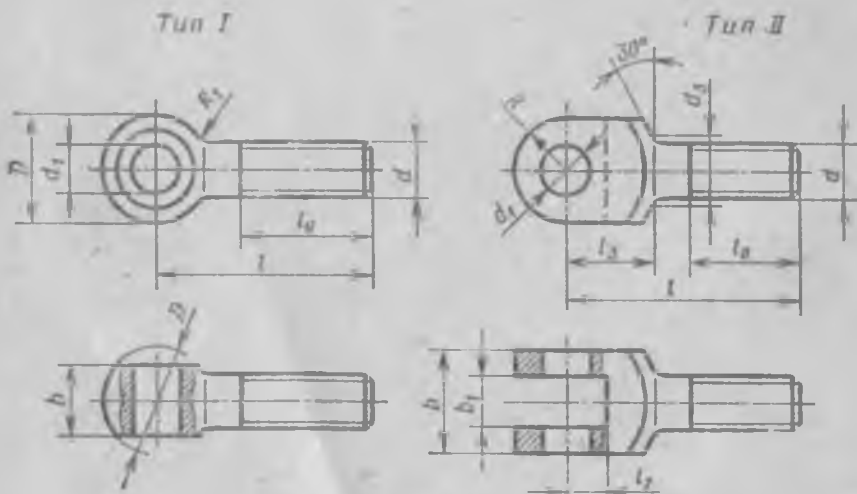


Рис. 111

На виде сверху проводят горизонтальные проекции этих кривых в виде дуг окружностей, проходящих через точки A'_1 , C'_1 , A'_2 и $A'_1C'_6A'_6$. После этого указывают резьбовую часть стержня болта, проводят фаски ($s \times 45^\circ$)*, вычерчивают галтель (плавный переход от стержня болта к его головке).

На заключительной стадии оформления чертежа болта наносят его размеры (по ГОСТ 7798—70). На чертеже болта исполнения I (рис. 108) показаны необходимые для простановки размеры.

На сборочных чертежах и чертежах общего вида дают упрощенное (условное) изображение болтов (см. рис. 141).

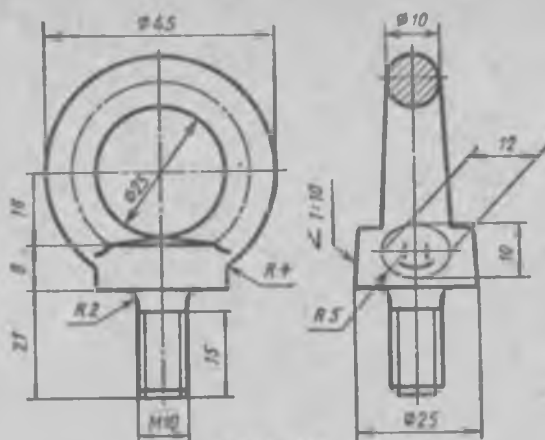


Рис. 112

— *откидные болты*, которые по ГОСТ 3033—79 имеют срезанную двумя параллельными плоскостями цилиндрическую или сферическую головку, в которой просверлено отверстие (рис. 111). Откидные болты служат для быстрого зажима и освобождения деталей. В одной из соединяемых деталей вместо отверстия выполняется прорезь, в другой — делаются ушки с отверстиями для штифта;

— *рым-болты*, которые имеют кольцевую головку (рис. 112). Рым-болты по ГОСТ 4751—73 применяют при транспортировке тяжелых деталей или изделий во время монтажа.

Шпильки. Шпилькой называется крепежная деталь, представляющая собой цилиндрический стержень, имеющий с двух концов резьбу (рис. 113).

На шпильках нарезается метрическая резьба. Шпильки применяют для соединения деталей, когда отсутствует место для размещения головки болта или гайки, а также, когда одна из соединяемых деталей имеет значительную толщину, что делает неэкономичной установку болта большой длины.

Резьбовой конец шпильки l_1 , ввинчиваемый в деталь, называется посадочным. Длина его зависит от прочности и пластичности материала, из которого изготовлена деталь. Для прочных и пластичных материалов (сталь, бронза, латунь) $l_1 = d$, где

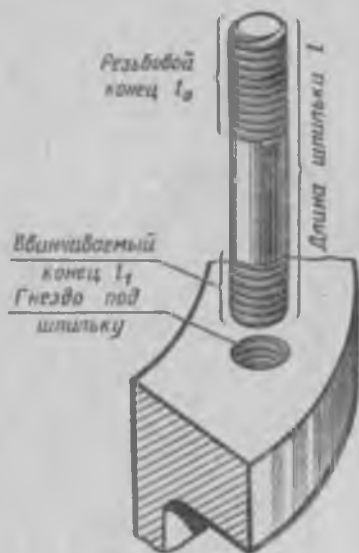


Рис. 113

d — номинальный диаметр резьбы шпильки, для чугуна $l_1 = 1,6d$ и для деталей из легких сплавов $l_1 = 2,5d$. На другой резьбовой конец шпильки l_0 навинчивается гайка. Длиной шпильки l условно считают длину ее стержня без длины посадочного конца l_1 .

Стандартные шпильки имеют форму, показанную на рис. 114. Размеры стандартных шпилек в зависимости от номинального

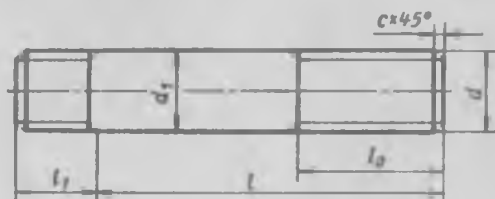


Рис. 114

диаметра резьбы и длины ввинчиваемого конца регламентированы ГОСТ 22032—76 — ГОСТ 22043—76.

Гайки. Гайкой называется деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку (рис. 115).

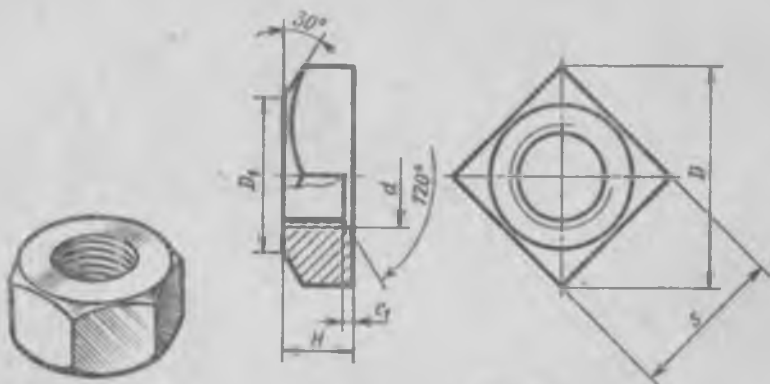


Рис. 115

Рис. 116

Гайки совместно с болтом или шпилькой служат для скрепления соединяемых деталей. Гайки различают по форме, диаметру и шагу резьбы, характеру исполнения и точности изготовления.

По форме гайки бывают шестигранные (рис. 115), квадратные (рис. 116), круглые (рис. 117) и др.

По высоте шестигранные стандартные гайки разделяются на: низкие, нормальные, высокие. *Низкие гайки* (ГОСТ 5916—70 и ГОСТ 15522—70) применяются в качестве контргаек и при малых нагрузках, для диаметров резьбы более 5 мм (см. диаграмму на рис. 118).

Гайки нормальной высоты стандартизованы ГОСТ 5915—70 с учетом требований рекомендации СЭВ по стандартизации РС 170—70.

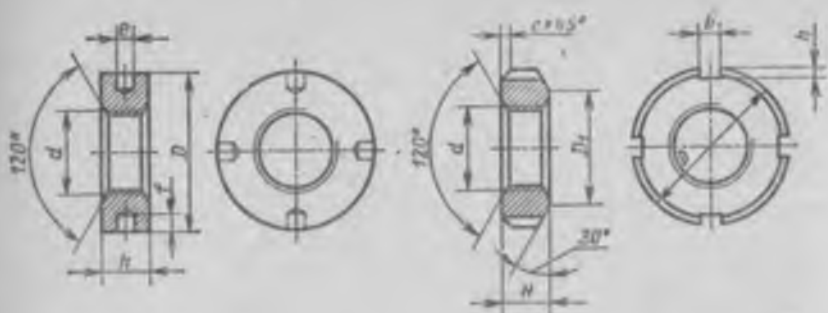


Рис. 117

Высокие гайки (ГОСТ 15524—70) применяют в тех случаях, когда их приходится часто заворачивать и отворачивать при диаметрах резьбы более 12 мм*.

Наибольшее распространение получили стандартные шестигранные гайки нормальной высоты (рис. 119) с двумя фасками (исполнение 1), с одной фаской (исполнение 2) или без фасок с выступом с одного торца по ГОСТ 15526—70 (исполнение 3).

Диаметр резьбы													
3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
Диаметр резьбы													

Рис. 118

Стандартные гайки изготавливаются трех степеней точности: повышенной, нормальной, грубой.

Для соединения деталей, работающих при вибрациях или испытывающих динамические нагрузки, применяют прорезные

* ГОСТ 15525—70 предусматривает также особо высокие гайки.

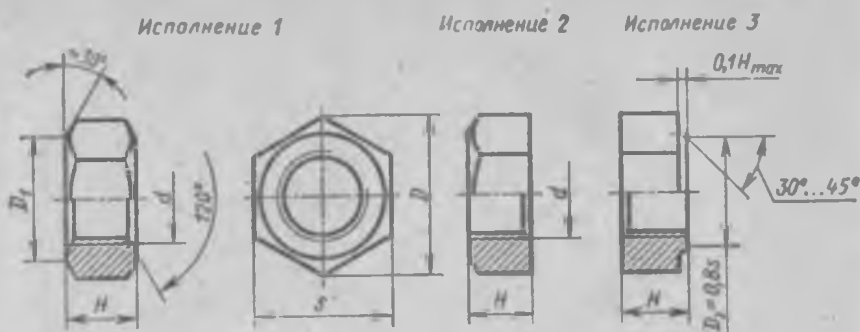


Рис. 119

(корончатые) гайки (рис. 120) по ГОСТ 2528—73, ГОСТ 5935—73, ГОСТ 5918—73 и др. Такие гайки ставят совместно с болтами исполнения 2, что позволяет применять шплинты, которыми стопорят гайки.

Завинчивать без ключа (рукой) можно гайки-барашки (рис. 121), форма и размеры которых определены ГОСТ 3032—76.

Чертеж стандартной шестигранной гайки нормальной высоты исполнения 2 аналогичен чертежу головки болта (см. рис. 109), построение которого описано на с. 70, 71.

В учебных чертежах применяют условное изображение гаек (см. § 21).

Винты и шурупы. Винтом называется цилиндрический стержень, на одном конце которого нарезана резьба, на другом — имеется головка (рис. 122).

Винты бывают двух видов: крепежные и установочные. Некоторые типы установочных винтов не имеют головки (см. ГОСТ 1476—75), их цилиндрическая часть обычно полностью заполнена резьбой (рис. 123). Винты применяются для разъемного соединения деталей без гаек.

Винты установочные служат для регулировки зазоров и фиксации деталей при сборке.

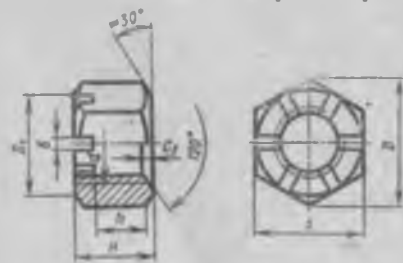


Рис. 120

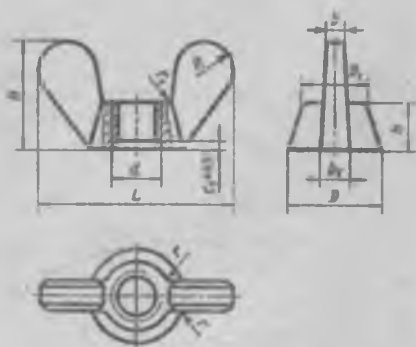


Рис. 121

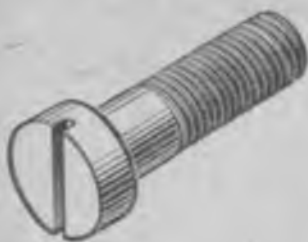


Рис. 122

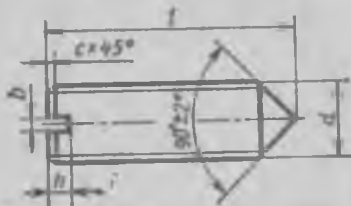


Рис. 123

Форма и размеры винтов стандартизированы. В зависимости от формы головки винты разделяют на:

- а) винты с шестигранной головкой по ГОСТ 1481—75 (рис. 124, а);
- б) винты с квадратной головкой по ГОСТ 1482—75 (рис. 124, б);
- в) винты с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491—72 (рис. 124, в);

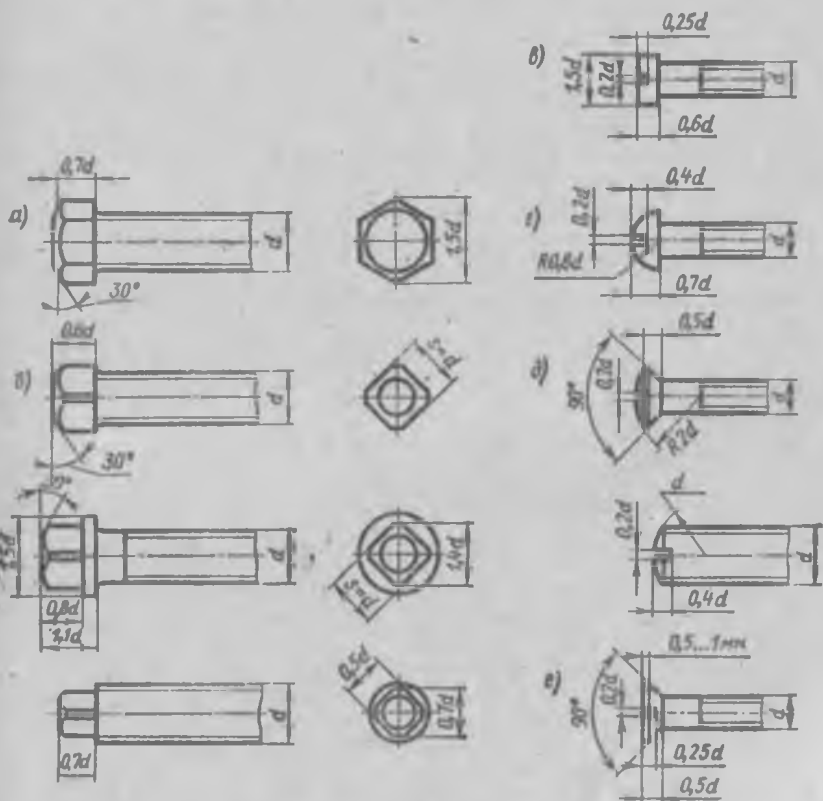


Рис. 124

г) винты с полукруглой сферической головкой ГОСТ 17473—72 (рис. 124, з);

д) винты с полупотайной головкой по ГОСТ 17474—72 (рис. 124, д);

е) винты с потайной головкой по ГОСТ 17475—72 (рис. 124, е). Все эти ГОСТы соответствуют рекомендациям СЭВ: РС 78—72, РС 86—71, РС 584—66 и РС 792—67. Винты с шестигранными и квадратными головками завинчиваются ключом. Винты остальных типов имеют прорези (шлицы) и могут завинчиваться с помощью отвертки *.

Перечисленными ГОСТами предусматривается изготовление винтов двух исполнений по форме стержня.

В исполнении 1 диаметр ненарезанной части стержня d_2 несколько меньше номинального диаметра резьбы $d_2 = \frac{d + d_1}{2}$ (рис. 125, а). Винты исполнения 2 имеют одинаковый диаметр по всей длине стержня (рис. 125, б). На учебных чертежах обычно показывают винты исполнения 2.

Кроме головок болтов (винтов) описанных выше форм применяются головки, препятствующие провороту болта (винта) при завинчивании:

1) с двумя параллельными гранями (закладываются в пазы, рис. 126);

2) с «усом» (рис. 127).

Для завинчивания установочные винты имеют шлицы под отвертку, квадратные (рис. 128, а) или шестигранные (рис. 128, б) углубления под торцовый ключ.

Для соединения деталей, выполненных из дерева или мягких полимеров (пластмасс), применяются шурупы (рис. 129). В отличие от винтов шурупы имеют конический острый конец и резьбу с крупным шагом.

Чертежи некоторых видов стандартных шурупов по ГОСТ 1144—70—ГОСТ 1146—70 и ГОСТ 11473—75 приведены на рис. 130.

Шайбы и шпильки. Шайбы представляют собой пластины с отверстием, как правило, круглой формы, подкладываемые под гайки или головки болтов (рис. 131).

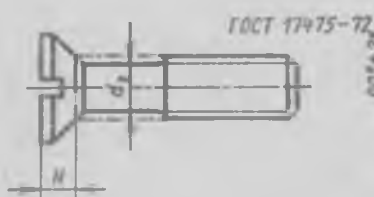
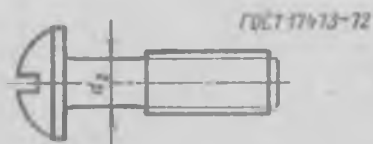
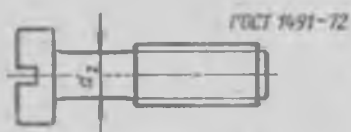
Шайбы применяются для предохранения материала детали от задиrow и смятия при затяжке гайки в тех случаях, когда:

а) соединенные с помощью болтов, винтов или шпилек детали (или одна из них) изготавливаются из материала невысокой твердости: латуни, бронзы, алюминия, дерева, пластмасс;

б) отверстия под болты или шпильки имеют овальную или прямоугольную форму (шайбы нужны для увеличения опорной площади гайки или головки болта).

* Применяются также крестообразные шлицы под специальную отвертку.

а) Исполнение 1



б) Исполнение 2

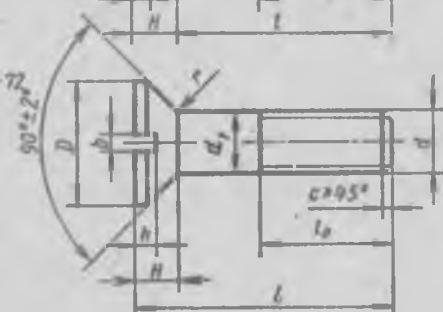
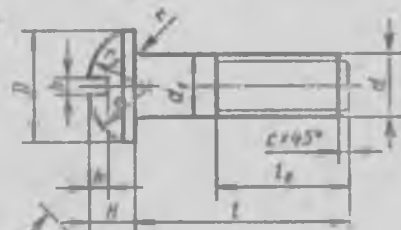
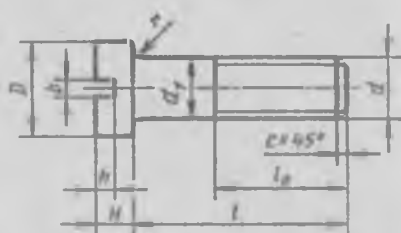
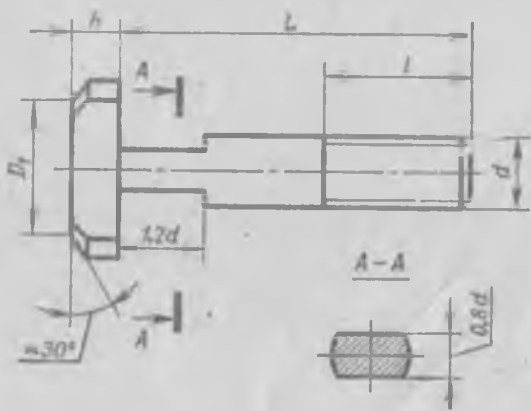


Рис. 125



А-А



Рис. 126



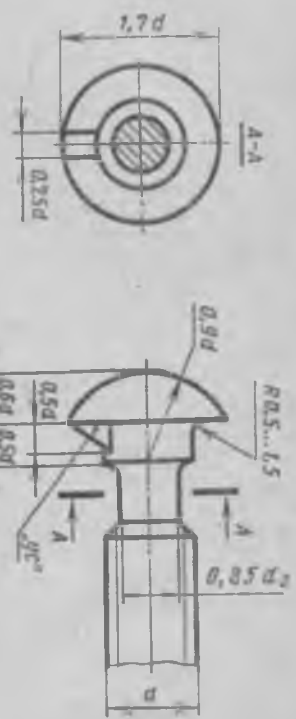


Рис. 127

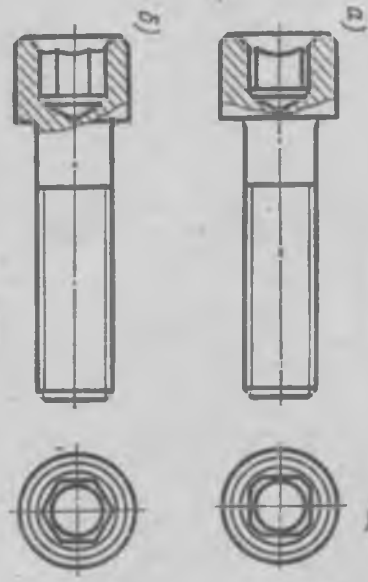


Рис. 128



Рис. 129



Рис. 130

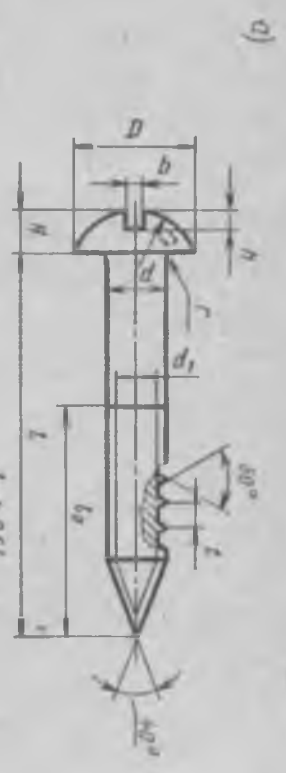


Рис. 131

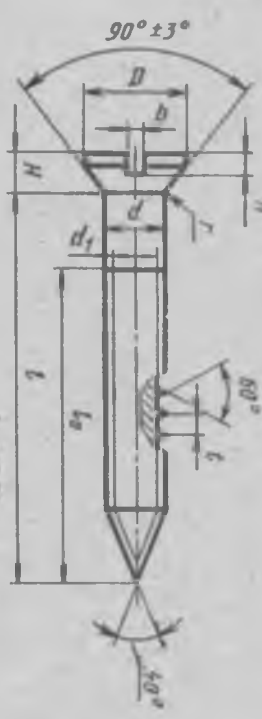


Рис. 132

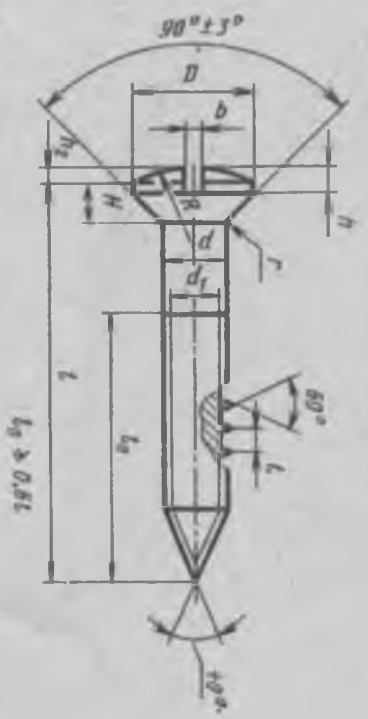


Рис. 133

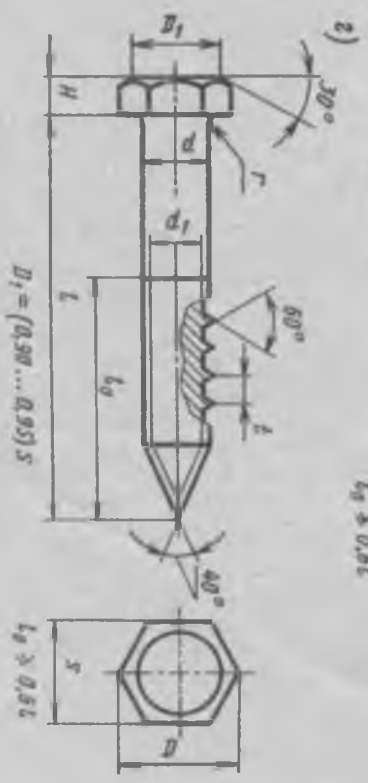


Рис. 134

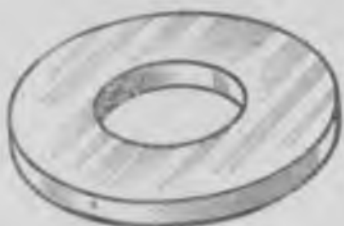


Рис. 131

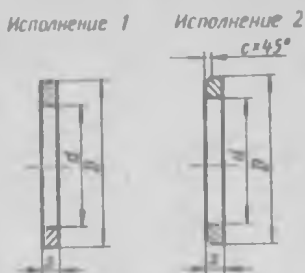


Рис. 132

Стандартные стальные шайбы цилиндрической формы для шестигранных гаек и болтов с шестигранными головками по СТ СЭВ 280—76, СТ СЭВ 281—76 и СТ СЭВ 219—75, а также по ГОСТ 10450—78 изготовляют двух исполнений (рис. 132): без наружных фасок (исполнение 1) и с одной наружной фаской (исполнение 2).

Диаметр отверстия в шайбе делается немного больше диаметра стержня болта, шпильки или винта, но при обозначении на чертеже диаметра шайбы указывается не действительная его величина, а диаметр крепежной детали (болта, шпильки, винта). Шайбы по СТ СЭВ 219—75 изготовляют двух классов точности: А и С.

В случае свинчивания болтами или шпильками фасонной прокатной стали, имеющей уклон (швеллерной, двутавровой и др.), применяют специальные прямоугольные скошенные (косые) шайбы (рис. 133).

Сферические шайбы применяют для предотвращения изгиба стержня болта или шпильки и перекоса опорных поверхностей гайки (рис. 134).

Для предупреждения самоотвинчивания болтов, винтов и гаек при вибрационной и динамической



Рис. 133

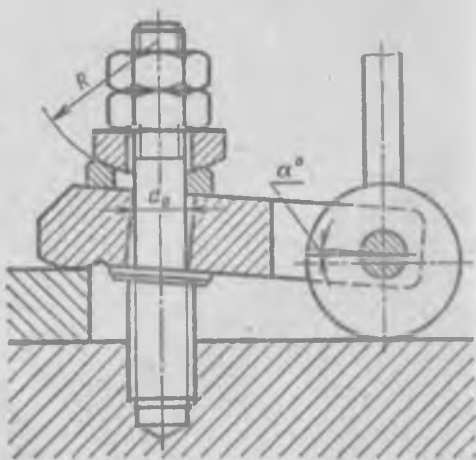


Рис. 134

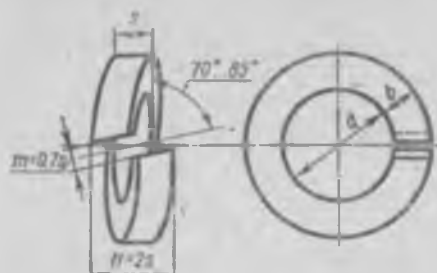


Рис. 135

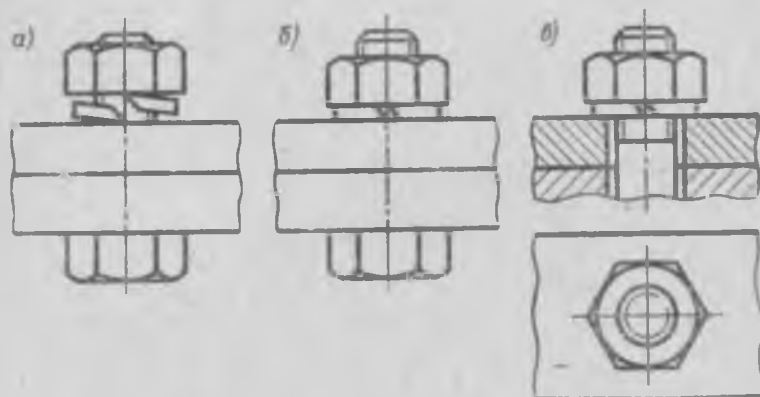


Рис. 136

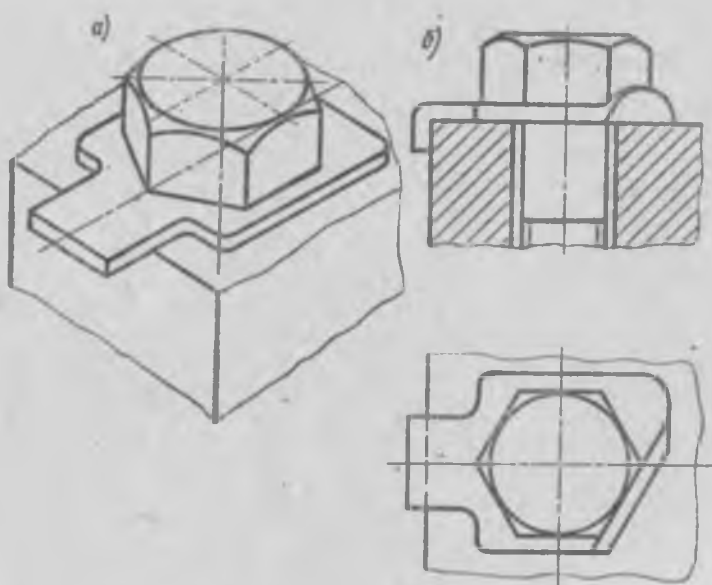


Рис. 137

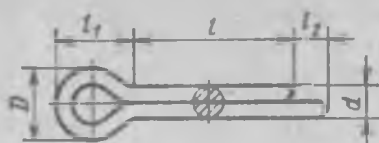


Рис. 138

нагрузках применяют пружинные шайбы по ГОСТ 6402—70 (рис. 135).

Пружинные шайбы выполняются из упругой закаленной стали. Эти шайбы представляют собой виток винтового выступа квадратного профиля левого направления. При завинчивании гайки

или головки болта острые концы пружинной шайбы врезаются в торцы гайки и одной из соединяемых деталей (рис. 136, а, б, в). Это препятствует самоотвинчиванию гайки или болта.

Пружинные шайбы при одном и том же диаметре имеют несколько исполнений, обозначаемых буквами: Л — легкие, Н — нормальные, Т — тяжелые, ОТ — особо тяжелые. На учебных чертежах показывают стандартные пружинные шайбы исполнения Н.

Кроме пружинных шайб для предупреждения самоотвинчивания крепежных деталей применяют различные стандартные и специальные стопорные шайбы. На рис. 137, а показана стандартная стопорная шайба с лапкой (ГОСТ 13463—77). Если эту шайбу подложить под головку болта (или винта) и после его затяжки загнуть выступающие лапки до соприкосновения с плоскостью детали и гранью головки болта (или винта), то получится жесткое соединение, не допускающее саморазвинчивания (рис. 137, б).

Шплинт представляет собой отрезок изогнутой проволоки полукруглого сечения. Он имеет кольцевую головку в виде петли и два конца разной длины (рис. 138).

Шплинты применяются для предупреждения самоотвинчивания гаек. Они изготавливаются из стальной мягкой проволоки. Размеры шплинтов стандартизированы по ГОСТ 397—79 (СТ СЭВ 220—75).

Шплинты ставят на болтах исполнения 2, на которые навинчивают шестигранные прорезные гайки (рис. 139).

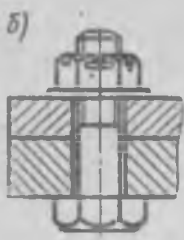
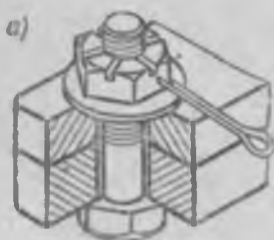


Рис. 139



Рис. 140

На рис. 139, а показан общий вид болтового соединения. На рис. 139, б дано его изображение на чертеже.

Стопорение группы болтов исполнения 3 можно осуществить проволокой, которую заводят в отверстия в головках болтов. После того, как проволоку пропускают через отверстия всех головок болтов, входящих в группу, ее свободные концы скручивают (рис. 140).

§ 20. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ РЕЗЬБОВЫХ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

В табл. 5 приведены примеры условных обозначений крепежных деталей на учебных чертежах.

Таблица 5

Условное обозначение	Наименование детали и ее характеристика	Условное обозначение	Наименование детали и ее характеристика
Болт М12×60 ГОСТ 7798—70	Болт с шестигранной головкой, исполнения 1, с номинальным диаметром метрической резьбы $d = 12$ мм, длиной 60 мм, по ГОСТ 7798—70	Шпилька М20×80 ГОСТ 22032—76	Шпилька с номинальным диаметром метрической резьбы $d = 20$ мм, длиной $l = 80$ мм, по ГОСТ 22032—76
Винт 2 М20×80 ГОСТ 1491—72	Винт с цилиндрической головкой, исполнения 2, с номинальным диаметром метрической резьбы $d = 20$ мм, длиной 80 мм, по ГОСТ 1491—72	Гайка М20 ГОСТ 5915—70	Гайка шестигранная, исполнения 1, с номинальным диаметром метрической резьбы $d = 20$ мм, по ГОСТ 5915—70

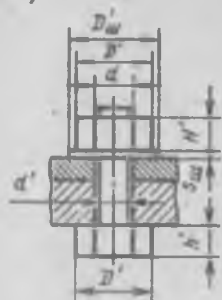
§ 21. УПРОЩЕННЫЕ И УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

При выполнении сборочных чертежей и чертежей общего вида применяются упрощенные и условные изображения крепежных деталей: болтов, шпилек, винтов, гаек.

При упрощенном изображении размеры гайки и головки болта вычисляются в зависимости от номинального размера резьбы по условным соотношениям согласно ГОСТ 2.315—68.

Ниже приведены соотношения размеров элементов резьбовых соединений в функции от номинального диаметра резьбы при-

а) Болтовое соединение



б) Соединение шпилькой



в) Винтовое соединение



в сечении

на виде

г) Условное изображение



Рис. 141

менительно к болтовому соединению, изображенному на рис. 141, а:

$$d' = 0,85d; \quad D' = 2d;$$

$$H' = 0,8d; \quad h' = 0,7d;$$

$$s_{\text{ш}} = 0,15d; \quad D_{\text{ш}} = 2,2d.$$

Упрощенное изображение соединения деталей с помощью шпильки показано на рис. 141, б. Рис. 141, в дает представление об упрощенном изображении соединения деталей винтом. Упрощения состоят в том, что резьбу показывают по всей длине стержня болта (шпильки, винта); фаски на головке болта, гайке, шайбе и на резьбах не показывают; допускается также не вычерчивать галтели и зазоры между стержнем болта (шпильки, винта) и отверстием скрепляемой детали. На видах по направлению оси болта (шпильки) резьбу на стержне изображают только одной окружностью, соответствующей наружному диаметру. На этих же видах шайбы не показывают.

Шлицы на головках винтов и шурупов изображают условно: на изображениях, параллельных оси винта (шурупа), не двумя,

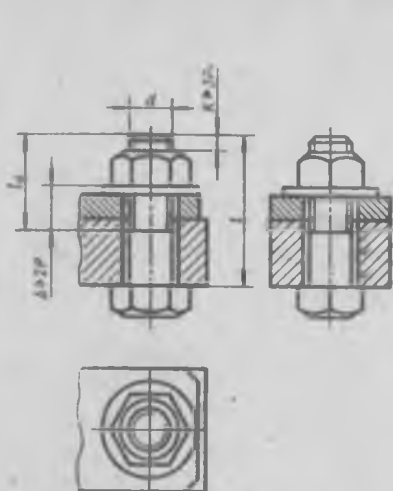


Рис. 142

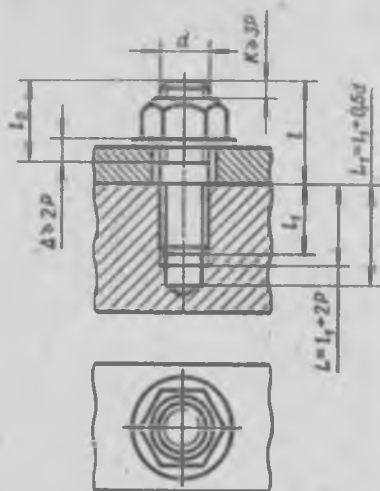


Рис. 143

а только одной сплошной толстой линией; на видах, перпендикулярных оси, также одной линией, проведенной не в проекционной связи, а под углом 45° к основной надписи чертежа.

В тех случаях, когда номинальный диаметр резьбы равен или меньше 2 мм, ГОСТ 2.315—68 допускает условное изображение разъемных резьбовых соединений и входящих в них деталей так, как это показано на рис. 141, г.

На учебных чертежах резьбовые разъемные соединения и их детали условно показывают так, как это выполнено на рис. 142 (соединение болтом), рис. 143 (соединение шпилькой), рис. 144 (соединение винтом) и рис. 145 (соединение шурупом). В отличие от упрощенного изображения на этих чертежах показывают фаски (кроме фасок шайб), галтели, зазоры между стержнем с резьбой

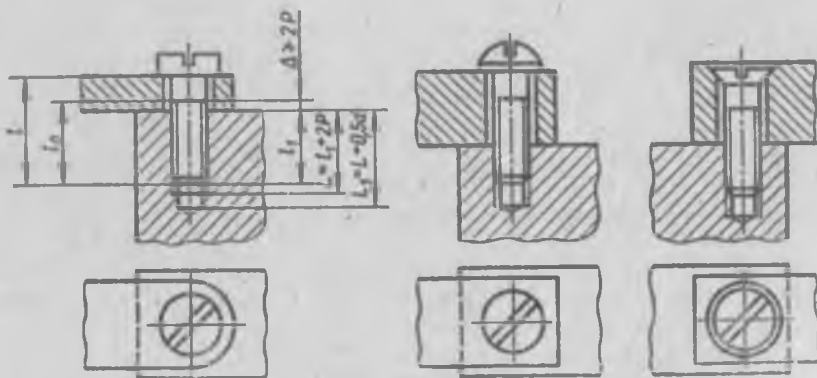


Рис. 144

и отверстием скрепляемой детали. На чертеже обозначают также длину резьбовой части стержня. При этом пользуются следующими соотношениями:

1. Длина резьбовой части стержня для болтов длиной до 150 мм $l_0 = 2d + 6$ мм и $l_0 = 2d + 12$ мм для болтов длиной более 150 мм; для шпилек в зависимости от материала детали $l_1 = (1,0...2) d$ (см. § 19 п. 2).

2. Диаметр отверстия в деталях равен $1,1d$.

3. Глубина отверстия под шпильку $L_1 = L + 0,5d$.

4. Глубина резьбы в несквозном (глухом) отверстии детали $L = l + 2P$.

5. Длина болта (см. рис. 141, 142) $l = m + n + s_{\text{ш}} + H' + K$, где m и n — толщины соединяемых деталей.

6. Величина выступающей над гайкой части стержня болта или шпильки $K = 0,3d$.

7. Величина фаски $c = 0,1d$.

При изображении на чертеже шпилечного соединения шпильку следует показывать ввинченной в отверстие детали на всю длину l_1 так, чтобы граница резьбы совпадала с плоскостью разреза соединяемых деталей.

При изображении соединения с помощью винта или шурупа граница резьбовой части должна быть выше плоскости разреза деталей (см. рис. 144 и 145).

§ 22. СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ РЕЗЬБОВЫМИ ФИТИНГАМИ

Для соединения труб применяются специальные детали, называемые фитингами.

В зависимости от угла между осями соединяемых труб фитинги имеют различную форму, конструкцию и разные наименования: прямые и переходные муфты (рис. 146, а, б), угольники (рис. 146, в), тройники (рис. 146, г), крестовины (рис. 146, д).

Для соединения труб на их концах нарезается резьба, как правило, трубная цилиндрическая по ГОСТ 13536—68 и по СТ СЭВ 241—75 «Резьба присоединительная для трубопроводов и арматуры».

Основной размер стандартных труб, фитингов и арматуры труб (вентилей, кранов, задвижек и др.) характеризуется величиной *диаметрального условного прохода*.

Диаметром условного прохода D_y является номинальный внутренний диаметр трубы в миллиметрах. Диаметры условного прохода стандартизированы по СТ СЭВ 254—76.

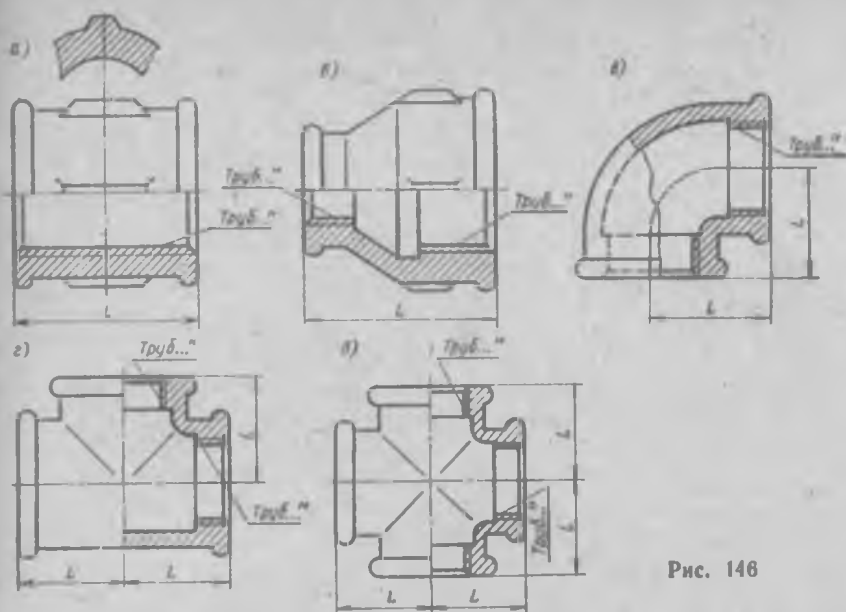


Рис. 146

Тройник по ГОСТ 21862-76

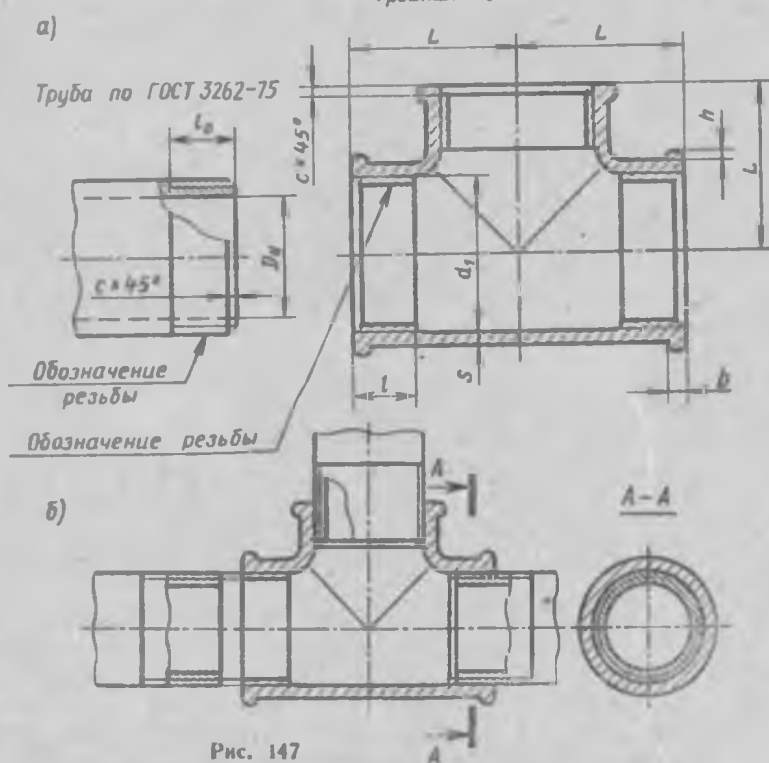


Рис. 147

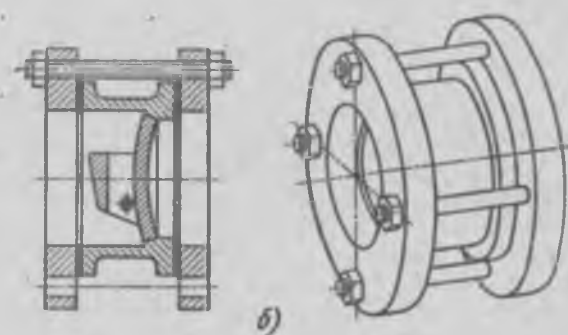
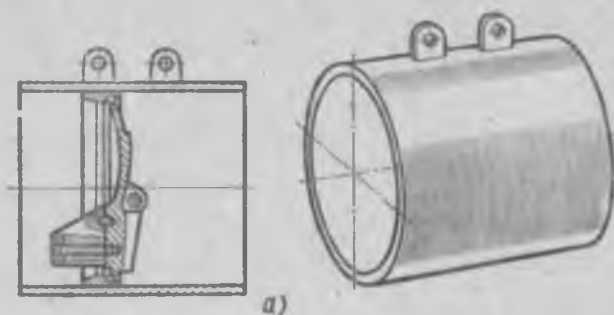


Рис. 148

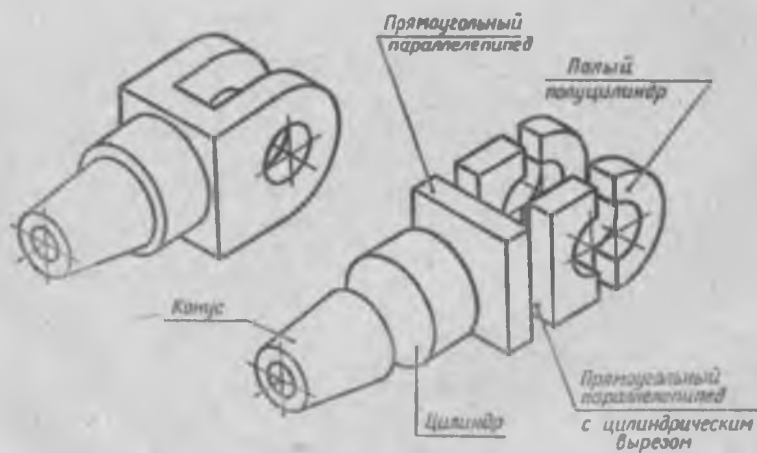


Рис. 149

3) технологичности (минимальной трудоемкости изготовления);

4) минимальной массы и др.

Решение этих задач во многом зависит от придания детали рациональных геометрических форм.

Какую бы сложную форму ни имела деталь, конструктор всегда стремится ограничить ее поверхность — внешнюю и внутреннюю — простыми геометрическими поверхностями или их частями. При этом чаще всего используют: поверхности прямых круговых цилиндров и конусов, сферические, торовые и винтовые (геликоидные) поверхности.

Не нужно, однако, думать, что чем сложнее форма детали, тем более разнообразными поверхностями она ограничивается. Иногда бывает наоборот.

Конструктивное оформление одной и той же детали или изделия может быть самым разнообразным в зависимости от предъявляемых к детали специфических требований, например, требования облегчения конструкции, упрощения технологии изготовления, изготовления детали из определенного материала и др.

Различные варианты конструкций корпуса и крышки обратного клапана приведены на рис. 148, а, б.

При эскизировании и составлении рабочих чертежей деталей удобно мысленно расчленить деталь на отдельные простейшие геометрические элементы (тела и их части), что позволяет в дальнейшем уяснить ее форму и назначить минимальное число размеров для изготовления детали. Ни в коем случае не следует копировать с натуры неопределенные геометрические формы, получившиеся по технологическим причинам (например, из-за расталкивания и перекоса моделей при формовке отливок), неравномерность толщин стенок и ребер отливки, смещение центров отверстий, неровность краев детали, несимметричность одинаковых частей, излишние приливы и грат (заусенцы) от штамповки и др. В таких случаях необходимо внимательно разглядеть форму части детали и решить вопрос, к какой из простых геометрических поверхностей она ближе. Чертежи детали с неопределенными геометрическими формами непригодны, так как модельщик или станочник не могут по ним изготовить модель или обработать поверхности детали.

Пример анализа формы детали представлен на рис. 149.

Наиболее часто встречающиеся элементы деталей машин, их формы и наименования можно видеть на рис. 150.

Для упрощения изготовления деталей и обеспечения их взаимозаменяемости при сборке изделия форма и размеры многих из них унифицированы и сведены в таблицы ГОСТов, стандартов СЭВ и нормалей отраслей машино- и приборостроения.

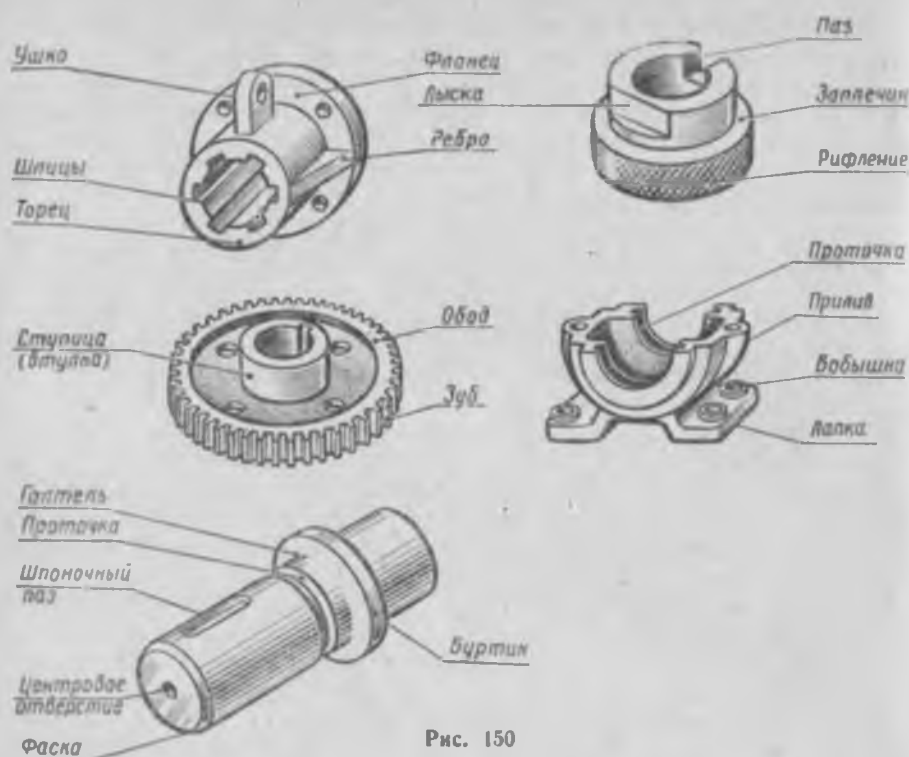


Рис. 150

§ 24. ХАРАКТЕР И ЧИСЛО ИЗОБРАЖЕНИЙ НА РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖАХ И ЭСКИЗАХ ДЕТАЛЕЙ

Характер и число изображений на чертежах деталей должны полностью определять форму и размеры изображаемой детали. Изображения выполняют по правилам, изложенным в ГОСТ 2.305—68 (см. гл. II), с учетом ГОСТ 2.109—73 «Основные требования к чертежам». Для облегчения чтения чертежа и уменьшения трудоемкости его выполнения применяют многие упрощения и условности, рекомендуемые этим же стандартом.

Масштабы изображений выбирают по ГОСТ 2.302—68, из них предпочтителен $M1:1$. Небольшие детали сложной формы изображают в масштабах увеличения, крупные детали — в масштабах уменьшения. Для представления о действительных размерах детали в последних случаях в верхней правой части чертежа часто выполняют один вид детали в $M1:1$.

Сократить формат чертежа и уменьшить трудоемкость вычерчивания можно, применяя местные виды и разрезы, показывая половины симметричных изображений, используя обрывы при изображении длинных деталей с постоянным поперечным сечением, и т. д.

Так как при изготовлении детали ее размеры определяются не путем измерения элементов изображения масштабной линейкой, то допускается для наглядности элементы с размерами в 2 мм и менее изображать с некоторым увеличением, отступая от масштаба, принятого на чертеже. Подобный же прием применяют при изображениях небольших уклонов и конусности, что увеличивает ясность изображений на чертежах.

§ 25. СОДЕРЖАНИЕ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ЧЕРТЕЖА

Данные, относящиеся к характеристике или процессу изготовления детали, которые неудобно или невозможно показать на чертеже графически и при помощи условных обозначений, приводят в текстовой части чертежа.

Текстовая часть содержит надписи, устанавливаемые различными стандартами, например, технические требования к детали по ГОСТ 2.316—68, надписи, относящиеся к отдельным элементам, например по ГОСТ 2.310—68 (СТ СЭВ 367—76).

Текст и надписи должны быть простыми и точными.

В текстовой части не допускается помещать технологические указания, за исключением случаев, когда такие указания могут обеспечить требуемое качество детали (например указания типа «развальцевать», «притереть», «обработать совместно с деталью...» и т. п.).

К техническим требованиям относятся:

1. Технические требования к материалу детали, заготовке и термической обработке.
2. Требования к качеству поверхности детали, покрытию, отделке, покраске и др.
3. Некоторые размеры с их допускаемыми предельными отклонениями от номинальных.
4. Отклонения формы и взаимного расположения поверхностей детали.

Текст технических требований размещают над основной надписью в перечисленном выше порядке со сквозной нумерацией пунктов. Каждый пункт записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишут.

В учебных рабочих чертежах и эскизах деталей по курсу черчения полностью технические требования обычно не приводят.

Надписи к отдельным элементам деталей, например, о числе отверстий, канавок, выемок, спиц, зубьев и др., толщине, указания о лицевой стороне материала, а также сведения о покрытиях, термообработке и указанных выше технологических процессах («развальцевать», «зачистить», «кernить» и т. п.) наносят на полках линий-выносок, проводимых от элементов, к которым относятся надписи.

Пример выполнения такой надписи показан на рис. 151. Здесь представлено изображение детали с сетчатым рифлением,

Рифление сетчатое 1,0
ГОСТ 21474—75



Рис. 151

выполненным с шагом 1,0 мм по ГОСТ 21474—75. Рифление показано упрощенно, только у одного края изображения детали, как это рекомендует ГОСТ 2.305—68.

Линию-выноску проводят сплошной тонкой линией. Если она пересекает контур изображения детали, то на конце ее ставят точку. Если же линию-вы-

носку отводят от контурной видимой или невидимой линии, то ее заканчивают стрелкой, упирающейся острием в контур изображения (см. рис. 151). На концах линий-выносок, отводимых от всех других линий (например от штрихпунктирной *A*, указывающей на специальный вид обработки), ни точки, ни стрелки не ставят. Линия-выноска может быть с одним изломом. От одной полки можно проводить две и более линий-выносок. Пересечение линий-выносок между собой не допускается. Нельзя проводить линии-выноски параллельно линиям штриховки в сечениях. Желательно, чтобы линии-выноски не пересекались с размерными линиями и элементами изображений, к которым не относится надпись, помещенная на полке.

§ 26. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ И ЭСКИЗАХ ДЕТАЛЕЙ

Общие правила нанесения размеров

Правила нанесения на чертеже размеров, определяющих линейные и угловые величины элементов детали, устанавливает ГОСТ 2.307—68. Размеры детали и ее элементов можно разделить на сопряженные, определяющие взаимное положение поверхностей детали в изделии, и свободные, характеризующие поверхности, не соприкасающиеся с поверхностями других деталей изделия.

При нанесении размеров детали следует руководствоваться соображениями взаимодействия деталей в изделии, формой детали и технологией ее изготовления.

Размеры на чертежах указывают размерными числами, располагаемыми над размерной линией, параллельно ей и ближе к ее середине.

Линейные размеры — длину, высоту, ширину, радиус, диаметр дуги окружности — указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения, угловые размеры — в градусах, минутах и секундах с обозначением единиц измерения, например, $10^{\circ} 14' 5''$. Иногда линейные размеры помещают в технических требованиях на чертеже, тогда указание единиц измерения обязательно.

Для размерных чисел применяют целые числа и десятичные дроби, применять простые дроби разрешается только для размеров, указанных в дюймах.

На чертеже проставляют действительные (натуральные) размеры готовой детали независимо от масштаба чертежа. Исключением в этом отношении являются чертежи, где величину изделия, детали или ее элементов определяют измерением их изображений на чертеже, который выполнен с необходимой точностью (например, чертежи печатных плат на координатной сетке). Правила нанесения размеров в этих случаях предусмотрены в ГОСТ 2.414—75, ГОСТ 2.417—68 (СТ СЭВ 1186—78) и ГОСТ 2.419—68.

Размерные числа на одном и том же чертеже наносят стандартным шрифтом одного размера (наиболее часто применяют размер шрифта 3,5). Ни в коем случае не допускается использовать в качестве размерных линий линии контура, выносные, осевые, центровые линии. На концах размерных линий выполняются стрелки, форма и размеры которых принимаются по соотношениям, приведенным на рис. 152 в зависимости от толщины s линии видимого контура чертежа. Стрелки должны упираться острием в выносную линию, линию видимого контура, осевую или центровую линию. Желательно размерные линии проводить вне контура изображения. Допускается наносить линейные и угловые размеры на невидимом контуре, если при этом отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения детали.

При указании длин отрезков прямых линий выносные линии проводят, как правило, перпендикулярно размерной линии, которую наносят параллельно образмериваемому отрезку прямой (рис. 153). В случаях, когда выносные линии могут пройти близко к линиям контура (рис. 154, а), допускается выносные линии проводить под любым углом к размерной линии, отличным от прямого, но так, чтобы они вместе с размерной линией и измеряемым отрезком образовывали параллелограмм.

Размерные числа линейных размеров при наклонных линиях контура располагают, как показано на рис. 154, б. При недостатке места между стрелками размерных линий допускается наносить размерные числа на полках линий-выносок (рис. 154, б, в).

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм (см. рис. 153).

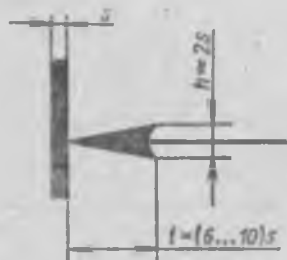


Рис. 152

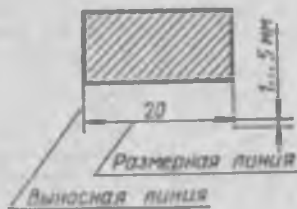


Рис. 153

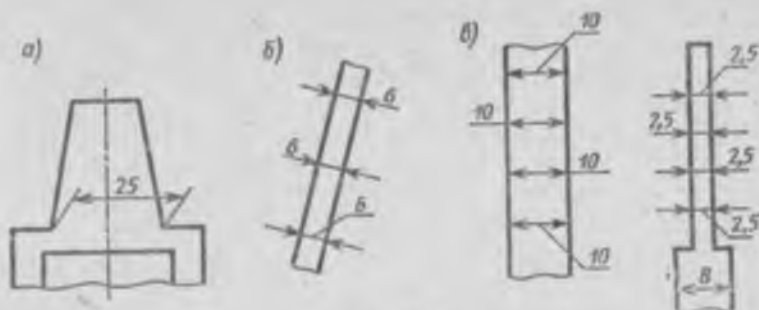


Рис. 154

Размерную линию наносят на расстоянии, приблизительно равном 10 мм от параллельной ей размерной контурной, осевой или центральной линии. В виде исключения, это расстояние можно уменьшать до 6 мм, сохраняя его постоянным на данном чертеже. Пересечения размерных и выносных линий следует избегать. Для указания диаметра окружности перед размерным числом всегда наносят знак « $\varnothing$ », высота которого равна высоте цифр размерных чисел. Знак представляет собой окружность, диаметрально пересеченную отрезком прямой линии под углом 75° к размерной линии диаметра (рис. 155, а).

При нанесении размерной линии диаметра внутри окружности цифра размерного числа смещается относительно середины размерной линии, а сама линия может быть проведена с обрывом несколько дальше центра окружности или за осевую линию (рис. 155, б, в, г).

Когда недостаточно места для стрелок или размерного числа над размерной линией диаметра, размеры диаметра наносят, как показано на рис. 156. Перед размерным числом величины радиуса дуги окружности ставят прописную букву R (рис. 157).

В случаях, когда на чертеже не требуется указывать размеры, определяющие положение центра окружности относительно каких-либо контурных линий изображения детали (координаты центра), изображение окружности допускается делать с обрывом, а размерную линию радиуса — не доводить до центра (рис. 158, а). При необходимости координирования положения центра окружности большого радиуса разрешается приблизить центр к дуге окружности, а размерную линию радиуса начертить с изломом, под углом 90° (рис. 158, б). Размерную линию длины дуги окружности наносят concentrically дуге, а выносные линии — параллельно биссектрисе угла дуги. При этом над размерным числом должен быть знак дуги окружности (рис. 158, б).

Допускается располагать выносные линии размера дуги окружности радиально (рис. 158, в). Если при этом имеется несколько concentric дуг, то надо указать выноской, к какой дуге отнесется нанесенный размер (рис. 158, в). Размеры углов пока-

a)

$\phi 26$

b)



b)



c)

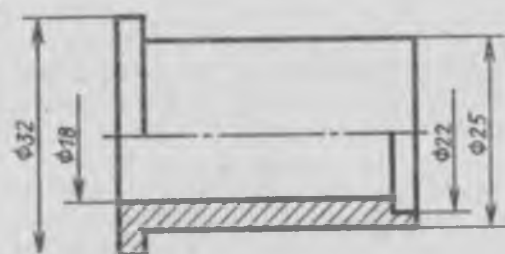


Рис. 155

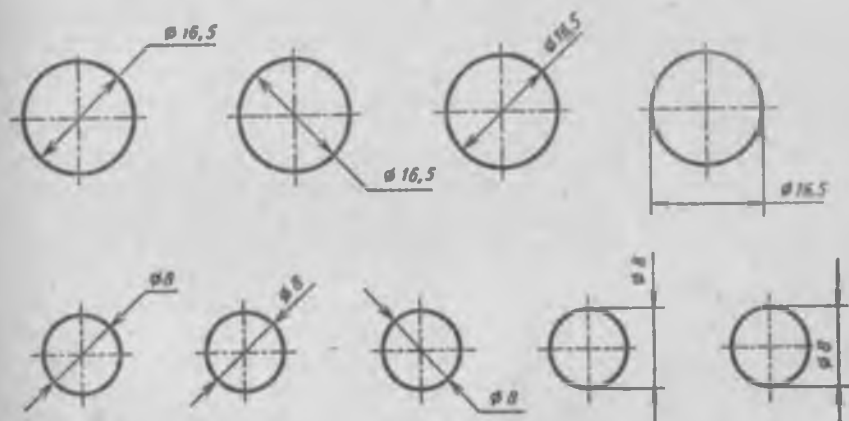


Рис. 156

$R34$



Рис. 157

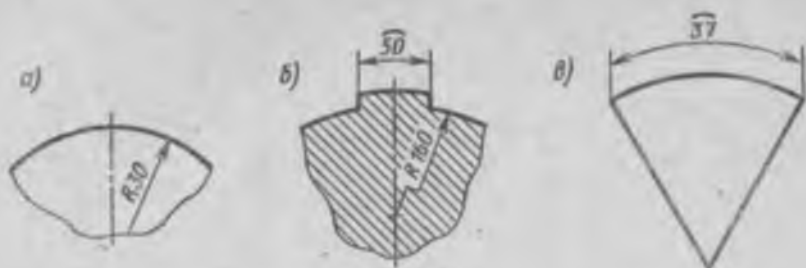


Рис. 158

ывают размерными линиями в виде дуги окружности с центром в вершине угла и радиальными выносными линиями (рис. 159, а, б). В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа углов наносят над размерными линиями со стороны их выпуклости, в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии, — со стороны вогнутости размерных линий. В заштрихованной на рис. 160 зоне размерные числа следует наносить на горизонтальной полке линии-выноски.

Размерные числа над параллельными или концентричными размерными линиями следует для облегчения чтения чисел располагать в шахматном порядке.

Размерные числа над параллельными или концентричными размерными линиями следует для облегчения чтения чисел располагать в шахматном порядке.

Когда расстояние между параллельными прямыми контурными линиями мало, допускается стрелки размерных линий заменять точками или засечками под углом 45° к этим линиям (см. рис. 159, а).

При расположении размерного числа на осевой, центральной или штриховой линии эти линии у размерного числа прерывают.

При недостатке места для стрелок размерных линий из-за близкого расположения друг к другу контурных линий допускается эти линии прерывать (рис. 161). Размеры одного и того же элемента детали на разных ее изображениях (видах, разрезах, сечениях) повторять не разрешается.

Если у детали имеются скругления (сопряжения) углов, то

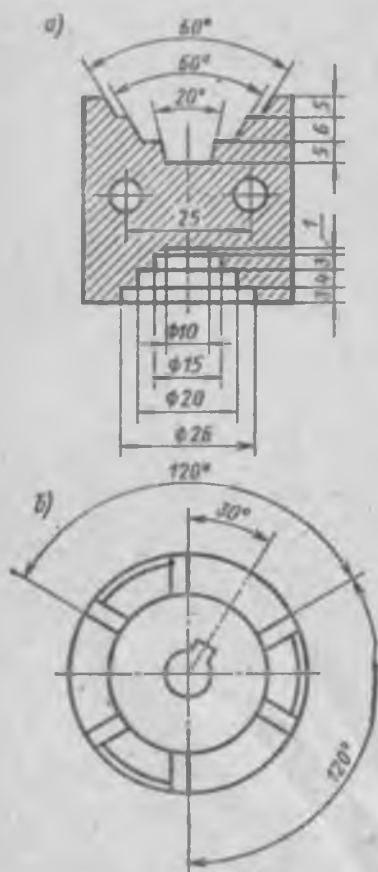


Рис. 159

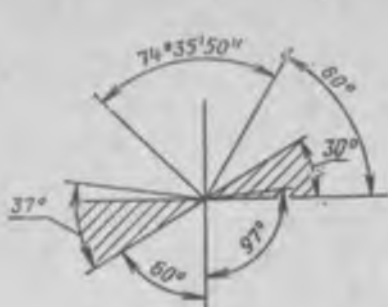


Рис. 160



Рис. 161

кроме радиусов скругляющих дуг окружностей надо наносить размеры, определяющие положение вершин скругляемых углов, т. е. точек пересечения сторон углов (рис. 162, а). В подобных

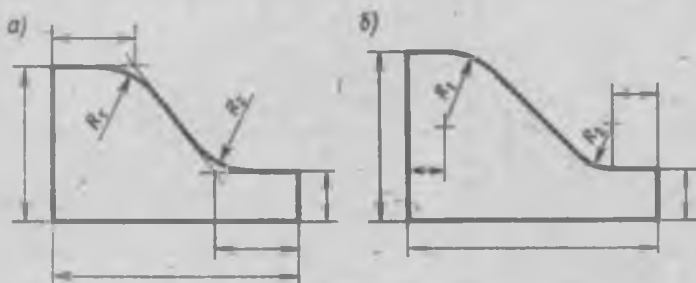


Рис. 162

случаях можно наносить и размеры координат центров дуг, скругляющих углы (рис. 162, б).

Нанесение размеров сферических поверхностей деталей представлено на рис. 163. Слово «сфера» пишется, когда сферическую

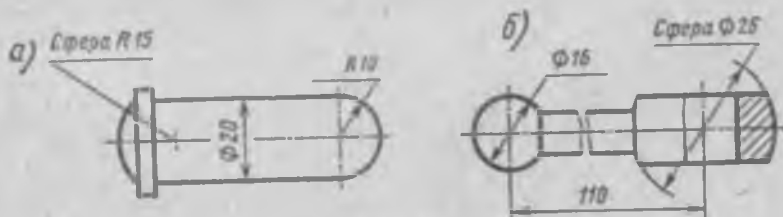


Рис. 163

поверхность трудно отличить от других поверхностей. Размеры квадратных элементов наносят, как показано на рис. 164. Сторона знака квадрата равна 5/7 высоты цифр. Криволинейные контуры (например, очертания кулачка прибора) задаются на чертежах координатами точек (рис. 165).

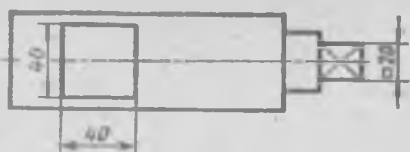


Рис. 164

В практике бывает удобно задавать углы наклона линий, плоскостей, углы при вершине конуса не в градусах, минутах и секундах, а посредством тангенсов этих углов — уклонов или конусностей.

Уклон одной линии по отношению к другой есть тангенс угла между этими линиями и выражается в процентах (например, 12%) или простой дробью (например, 1 : 10 или 1 : 5, как на рис. 166).

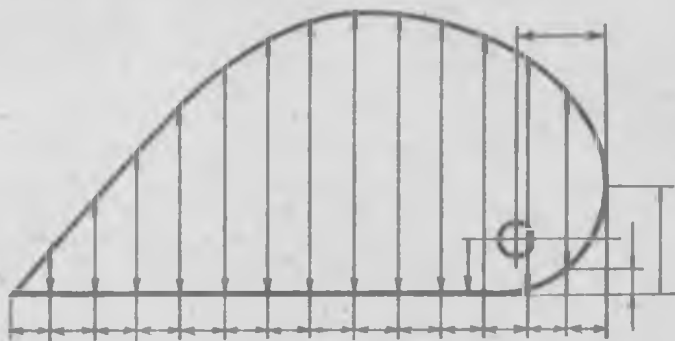


Рис. 165

Перед размерным числом уклона наносят его знак — угол, вершина которого направлена в сторону линии уклона, а одна из сторон знака параллельна контурной линии, по отношению к ко-



Рис. 166

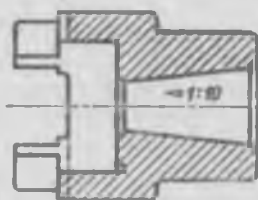


Рис. 167

торой задается уклон. Высота и ширина этого знака равны соответственно 1/2 и 6/7 высоты цифр.

Конусность — отношение разности диаметров двух поперечных сечений прямого кругового конуса к расстоянию между этими сечениями или удвоенный тангенс половины угла при вершине конуса. Перед числом, определяющим конусность, ставится знак конусности — равнобедренный треугольник, вершина которого направлена к вершине конуса (рис. 167). Следует заметить, что знак конусности определяет главное изображение конуса, поэтому не требуются другие его изображения, что упрощает чертеж. Величины стандартных (нормальных) конусностей и углов конусов представлены в ГОСТ 8593—57.

Понятие об измерительных базах и системах нанесения размеров

Деталь, как было пояснено выше (см. гл. I), представляет собой изделие, выполненное из одной заготовки. Она не может состоять из отдельных частей, соединенных между собой механически (например запрессовкой) или путем сварки, пайки, склеивания.

Размеры детали могут выражать протяженность (длину) и измеряться в миллиметрах или быть угловыми и измеряться в градусах. Размеры разделяются на сопряженные, входящие в размерные цепи, и свободные, не входящие в цепь.

Основные размеры детали — формообразующие (размеры формы), относящиеся к одной какой-либо ее поверхности. Формообразующие размеры основной поверхности (размеры части поверхности, линии или точки детали, входящей в механический контакт с другими деталями) всегда будут сопряженными.

Так как форма детали ограничена не одной, а несколькими поверхностями (кроме поверхностей вращения), то имеются и координирующие размеры. Координирующие размеры определяют взаимное расположение поверхностей (элементов) детали относительно друг друга.

Поверхности, от которых производится измерение элементов детали, называются измерительными базами. За эти базы большей частью принимают установочные, направляющие и упорные базы, а также плоскости симметрии детали или ее части. Последние измерительные базы называются скрытыми.

Поверхности, линии или точки детали, определяющие ее положение в собранном изделии, называются конструктивными базами. Поверхности, линии или точки детали, служащие для ориентации обрабатываемой поверхности детали при изготовлении, называются технологическими базами.

В зависимости от выбора измерительных баз и необходимой точности изготовления отдельных элементов детали применяются три системы нанесения размеров элементов.

1. **Цепная система** предусматривает нанесение размеров отдельных элементов последовательно, друг за другом, т. е. размеры являются звеньями одной размерной цепи. При этом цепь должна быть разомкнута, за исключением случаев, когда один из размеров является справочным.

Справочными размерами называются такие размеры, которые нужны не для изготовления элементов деталей по данному чертежу, а только для удобства пользования чертежом *. Справочные размеры обозначают на чертежах знаком «*», а в технических требованиях делают запись: «*Размеры для справок».

2. **Координатная система** характерна тем, что размеры наносят на чертеже в виде координат, определяющих положение

* Подробнее о справочных размерах см. ГОСТ 2.307—68.

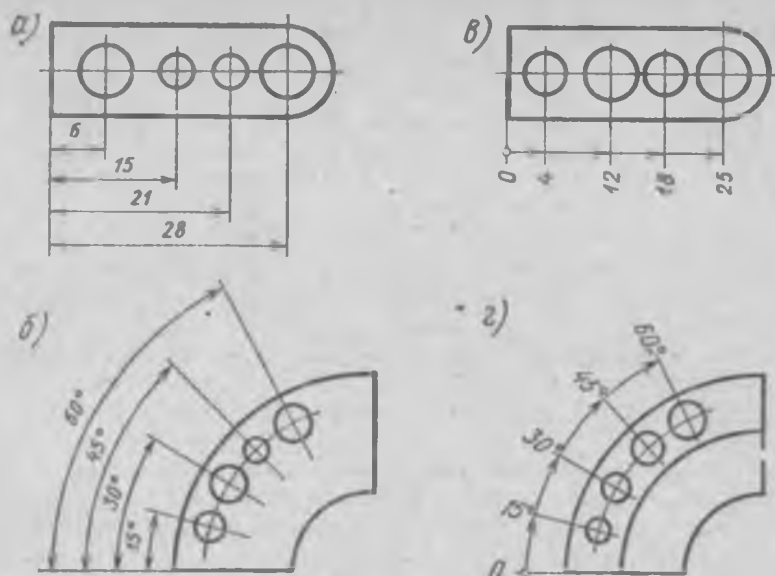


Рис. 168

элементов детали относительно одной и той же ее базовой поверхности.

3. **Комбинированная система** является сочетанием цепной и координатной. Эта система наиболее распространена, так как обеспечивает удобство измерения при изготовлении и контроле размеров детали без дополнительных их подсчетов. Пример нанесения размеров от общей базы представлен на рис. 168, а, б. Допускается проводить в подобных случаях одну общую размерную линию от отметки 0 (рис. 168, в, г).

Нанесение размеров на рабочих чертежах деталей

1. Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу детали (пазу, отверстию и т. п.), желательно группировать в одном месте, где форма элемента представлена наиболее полно (рис. 169).

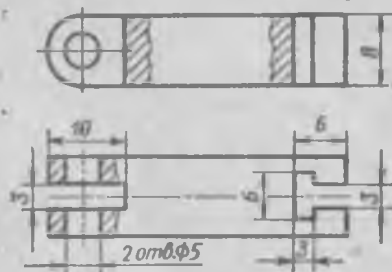


Рис. 169

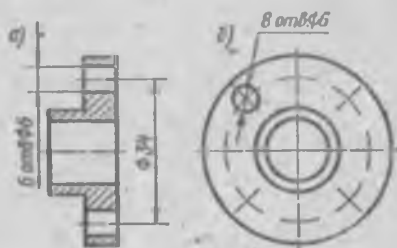


Рис. 170

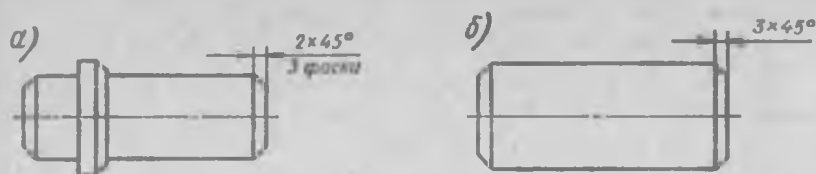


Рис. 171

2. Размеры нескольких одинаковых элементов детали наносят только один раз с указанием количества этих элементов (рис. 170, а, б).

3. Если деталь имеет несколько одинаковых фасок на поверхностях вращения разных диаметров, то размер фаски наносят только один раз, указывая число фасок (рис. 171, а). Если же деталь имеет две симметрично расположенные фаски на поверхностях вращения одного диаметра, то размер их наносят один раз и число фасок не указывают (рис. 171, б).

4. Если изображение длинной детали начерчено с обрывом, то размерную линию не прерывают (рис. 172).

5. Размеры отверстий желательно наносить на продольных разрезах. При отсутствии на чертеже таких разрезов допустимо наносить размеры и на видах (рис. 172).

6. Если одинаковые элементы детали расположены равномерно по окружности, то вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение этих элементов, указывают только их число (см. рис. 170).

7. При равномерном расположении одинаковых элементов (например, отверстий) по прямой линии рекомендуется наносить один размер, указывающий расстояние между соседними элементами, и размер между крайними элементами в виде произведения числа промежутков между элементами на размер промежутка (см. рис. 172).

Когда на производстве по рабочему чертежу детали, выполненной из заготовки (отливки, поковки, проката и т. п.), требуется обработать только часть заготовки, на чертеже наносят размеры, определяющие форму и расположение поверхностей заготовки и определяющие форму поверхностей, обрабатываемых по этому чертежу. Эти два вида размеров связываются между

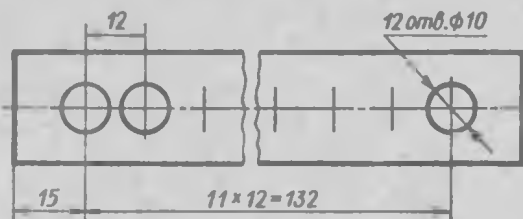


Рис. 172

собой не более чем одним размером в каждом координатном направлении.

Если на чертеже дано только одно изображение пластинчатой детали, вместо сечения приводят толщину детали с прибавлением буквы *s* (например, *s5*).

§ 27. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

Производственный рабочий чертеж детали (а также и ее эскиз) содержит гораздо больше данных и подробностей, чем учебный чертеж или эскиз. С этими данными учащиеся знакомятся при изучении на старших курсах таких дисциплин, как материаловедение, технология машиностроения, сопротивление материалов, детали машин и др. Ниже, чтобы дать учащемуся общее представление об оформлении производственных рабочих чертежей, приведены учебный (рис. 173) и производственный (рис. 174) рабочие чертежи детали *поводок* токарного станка-автомата.

На производственных рабочих чертежах в отличие от учебных чертежей указывают:

1. Обозначения шероховатости поверхностей деталей (рис. 175).
2. Обозначение допустимых отклонений размеров (рис. 176).
3. Обозначение допустимых отклонений геометрических форм и расположения поверхностей деталей (рис. 177).
4. Технические требования к материалам, размерам и форме деталей и изделий (см. рис. 174).

Коротко рассмотрим перечисленные выше пункты.

1. **Знаки шероховатости поверхностей.** Поясним их значение. Как бы гладко ни была обработана та или иная поверхность детали на металлообрабатывающем станке (токарном, фрезерном, строгальном, сверлильном, шлифовальном и др.) или на машине-орудии (прокатном стане, прессе, молоте и др.), всегда рельеф этой поверхности имеет небольшие неровности в форме выступов и впадин (микронеровности), различные в разных местах. Поверхность как бы шероховата. В машино- и приборостроении под шероховатостью поверхности подразумевают совокупность неровностей, образующих ее рельеф на определенном участке длиной *l*. Такие неровности можно наблюдать и измерить с помощью увеличительных приборов: простейшего — лупы или специальных — профилометра и профилографа.

Если поверхность детали мысленно рассечь нормальной к ней плоскостью, то можно получить представление о профиле рельефа, т. е. числе, форме и величине выступов и впадин.

Шероховатость поверхности изделий из металлов, сплавов, пластмасс и других материалов, кроме ворсистых, фетра и древесины, характеризуется двумя основными стандартными параметрами. Эти параметры приведены в ГОСТ 2789—73, разработанном с учетом рекомендаций стандартов СЭВ РС 6—71 и ИСО/Р468.

ГОСТ 2789—73, содержит:

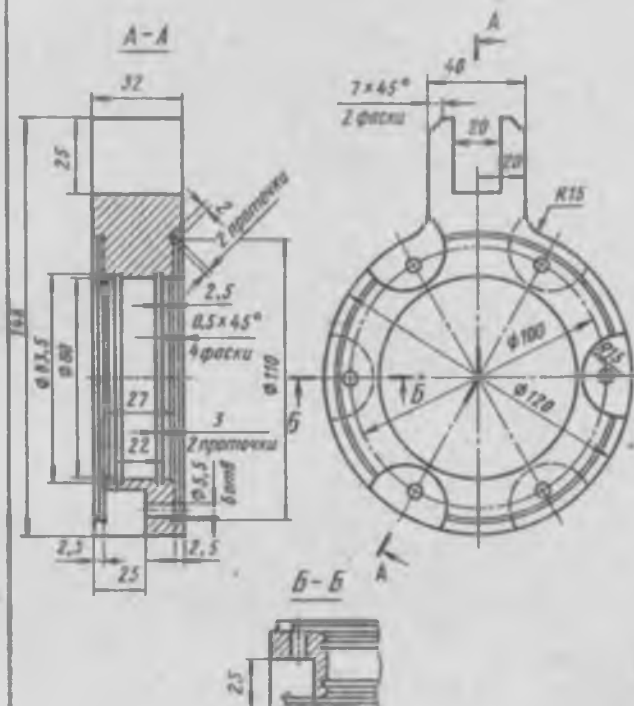
- 1) номенклатуру параметров шероховатости поверхности;
- 2) типы направления неровностей поверхности;
- 3) численные величины параметров шероховатости.

Основные параметры, определяющие шероховатость:

- 1) *Ra* — среднее арифметическое отклонение профиля;
- 2) *Rz* — высота неровностей профиля по десяти точкам.

Зная форму профиля поверхности, определяемую профилографом на ее базовой длине *l* (числовое значение приведено в ГОСТе), можно построить диа-

А 225. 07. 01. 12



А 225. 07. 01. 12

Исполн.	Провер.	Утверд.	Подп.	Дата

Подводок

Сталь 45
ГОСТ 1050-74

Материал	Масса	Число
у	2,45	1:1
Автом.	Автомат	1

Рис. 173



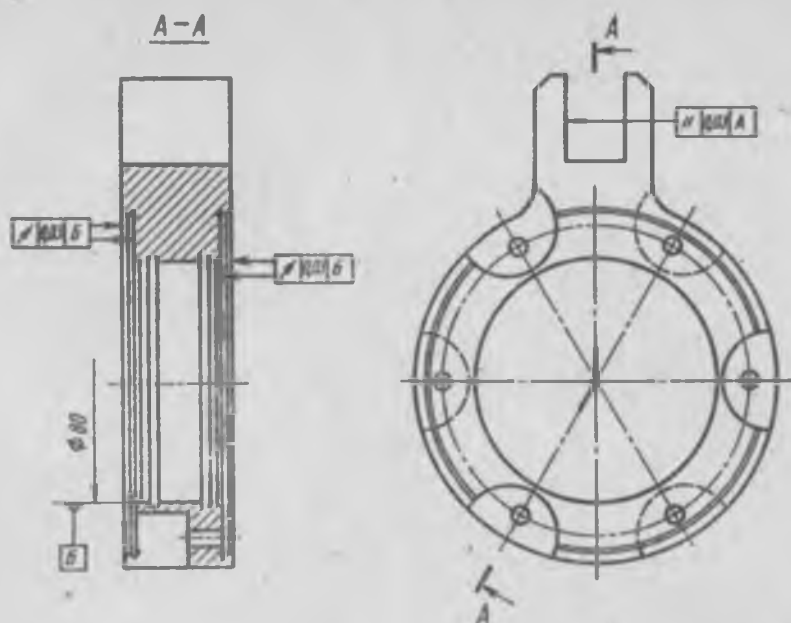


Рис. 177

грамму шероховатости (рис. 178), после проведения на которой средней линии $0x$, получаются: выше $0x$ — выступы; ниже $0x$ — впадины. Средняя линия $0x$ проводится так, чтобы заштрихованные на рис. 178 площади, соответствующие выступам — $F_1, F_2, \dots, F_9$ и впадинам — $F_2, F_4, \dots, F_{10}$, были равны между собой:

$$(F_1 + F_2 + F_3 + F_7 + F_9) = (F_2 + F_4 + F_5 + F_6 + F_{10}).$$



Рис. 178

Тогда параметр Ra будет представлять собой среднее значение в пределах базовой длины l расстояний точек выступов и впадин от средней линии профиля без учета алгебраического знака, т. е.

$$Ra = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_{n-1} + y_n}{n}$$

Второй параметр шероховатости Rz будет средним расстоянием между пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренным от любой прямой линии AB , параллельной средней линии профильной Ox , в пределах базовой длины l , т. е.

$$Rz = \frac{(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) - (h_2 + h_4 + h_6 + h_8 + h_{10})}{5}$$

Степень шероховатости поверхности определяется числовыми значениями параметров ее по таблицам в ГОСТ 2789—73 и СТ СЭВ 638—77.

Шероховатость поверхности, получаемая в процессе обработки детали, когда под влиянием деформации и нагрева меняются структура и физические свойства поверхностного слоя металла, оказывает очень большое влияние на эксплуатационные свойства изделия. Правильное назначение параметров шероховатости — важный момент в работе конструктора и технолога.

На производственном рабочем чертеже детали *поводок* (см. рис. 174) можно видеть условные знаки обозначения шероховатости поверхности, а также и способы нанесения их на чертеже, регламентируемые ГОСТ 2.309—79 (см. рис. 175). Эти условные знаки указывают, кроме того, на требуемые способы обработки поверхности: с удалением слоя металла (точением, фрезерованием, травлением и др.), без удаления слоя металла (штамповкой, прокаткой) или на возможность воспользоваться любым из этих способов (рис. 179).

Рассмотрим значение знаков шероховатости на рис. 174.

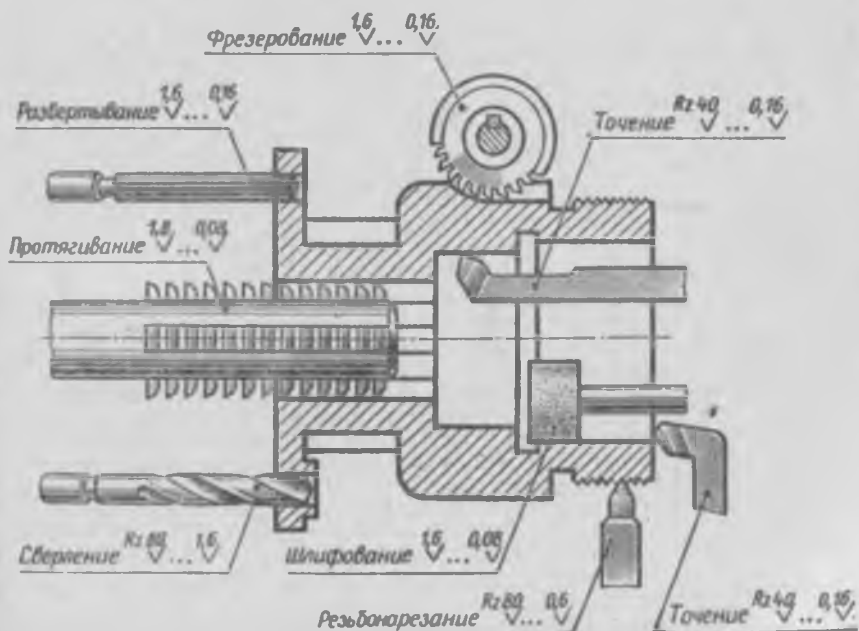
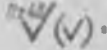


Рис. 179

В правом верхнем углу чертежа имеется знак шероховатости .

означающий, что все поверхности этой детали, кроме поверхностей, обозначенных на чертеже другим знаком шероховатости, должны быть обработаны любым способом (по усмотрению технолога) с тем, чтобы получить значение параметра шероховатости $R_z = 40$ мкм. Знак в скобках означает, что все поверхности, на изображении которых не нанесены обозначения шероховатости, должны иметь указанную перед этим знаком шероховатость, т. е. $R_z 40$.

На главном изображении имеются пять знаков шероховатости , означающих, что поверхности (плоскости), на изображение которых опирается острие угла знака, должны обрабатываться фрезерованием, строганием или протягиванием, т. е. способом, обеспечивающим получение параметра шероховатости $R_a = 0,8$ мкм.

Знак шероховатости , подобный предыдущему, но с параметром $R_a = 1,6$ мкм, нанесен 2 раза на двух плоскостях, изображенных на виде слева.

2. **Предельные отклонения размеров** в численном значении и их условное обозначение на чертежах. Изготовление деталей и изделий при массовом и серийном производстве должно обеспечивать их соединение при сборке без всякой дополнительной обработки (пригонки). Это достигается тем, что детали, изготовленные в разное время, на разных металлообрабатывающих станках и машинах-орудиях, взаимозаменяемы. Размерная взаимозаменяемость деталей обеспечивается их точным изготовлением по размерам чертежа. Но абсолютно точно выдержать одинаковые размеры практически невозможно вследствие изнашивания трущихся поверхностей деталей механизмов металлообрабатывающих станков; износа режущихлезвий (кромки) инструментов (резцов, фрез, сверл и др.); деформации детали от действия сил, возникающих в процессе резания на станках при снятии слоя материала детали инструментом (например, вследствие прогиба детали при точении и шлифовании); неточного измерения при неправильном пользовании измерительным инструментом; колебания температуры воздуха и обрабатываемой детали и прочих причин. Таким образом, действительный размер детали, измеренный после ее обработки, будет отличен от номинального размера, нанесенного на чертеже конструктором, который большей частью выбирает размеры из таблиц «Нормальные линейные размеры» (ГОСТ 66 36-69) *, «Угловые размеры», «Нормальные конусности». Нормальный ряд размеров сокращает номенклатуру калибров для контроля действительных размеров.

Для осуществления взаимозаменяемости деталей и обеспечения надежности, долговечности и требуемого конструкцией характера соединения (плотное, свободное и др.) необходимо, чтобы действительные размеры не выходили из определенных, заранее заданных конструктором наибольших и наименьших пределов. Такие размеры называются наибольшим и наименьшим предельными размерами. Между ними должен находиться действительный размер.

Различают верхнее предельное отклонение размера, равное алгебраической разности между наибольшим предельным и номинальным размерами, и нижнее предельное отклонение, равное алгебраической разности между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Если предельный размер больше номинального, то предельное отклонение обозначают знаком «+». В этом случае действительный размер может быть больше номинального. Когда предельный размер меньше номинального, он обозначается знаком «-», и действительный размер получается меньше номинального.

Верхнее и нижнее предельные отклонения по абсолютной величине бывают или равными или неравными. Одно из них может равняться нулю.

Разность между наибольшими и наименьшими допустимыми предельными размерами называется допуском размера.

* Ряды нормальных линейных размеров установлены на основе рядов предпочтительных чисел с округлением некоторых чисел.

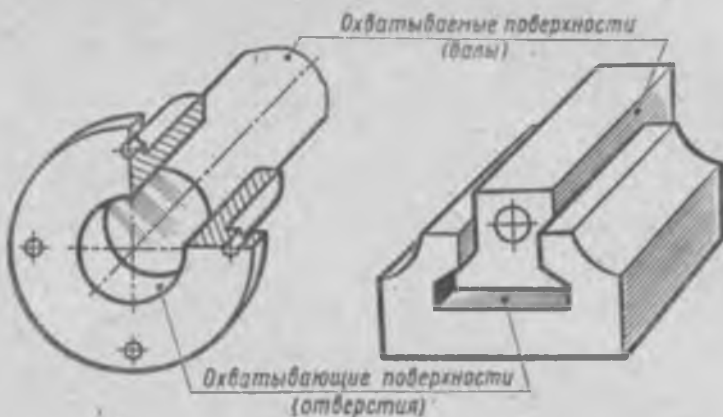


Рис. 180

Интервал значений размеров между предельными размерами (или зона между ними) называется **полем допуска**.

Машины, приборы, аппараты состоят из деталей, соединенных друг с другом (сопрягаемых деталей). В некоторых случаях такое соединение можно разъединить легко, без усилий, в некоторых — с трудом. Все соединения можно представить как посадку одной детали на другую. В любой посадке двух деталей имеется охватывающая поверхность, условно именуемая *отверстием*, и охватываемая, называемая *валом*.

Сопрягаемые поверхности могут быть не только поверхностями вращения (цилиндрическими, коническими и др.), но и плоскостями (рис. 180).

Различают посадки трех типов: с зазором, с натягом и переходные.

Посадкой с зазором называется посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении. В этом случае сопрягаемые детали легко, без усилий перемещаются относительно друг друга (рис. 181).

В посадках с натягом обеспечивается натяг в соединении. При этом сопрягаемые детали можно перемещать относительно друг друга только с трудом, прилагая иногда значительные усилия (рис. 181).

Переходной посадкой называется посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга. Переходные посадки с натягом обеспечивают относительную неподвижность соединяемых деталей только при дополнительном применении установочных винтов, штифтов, шпонок и других фиксирующих деталей.

С 1 января 1977 г. в качестве Государственных стандартов СССР введены стандарты «Единой системы допусков и посадок» Совета Экономической Взаимопомощи (ЕСДП СЭВ), основными из которых являются СТ СЭВ 144—75, СТ СЭВ 145—75, СТ СЭВ 177—75.

Специальные посадки установлены для подшипников качения (СТ СЭВ 773—77), шпоночных (СТ СЭВ 189—75 и др.) и резьбовых (СТ СЭВ 305—76, СТ СЭВ 306—76, СТ СЭВ 640—77 и др.) соединений, для деревянных деталей и для деталей из пластмасс (СТ СЭВ 179—75).

Разные посадки подшипников качения (шариковых, роликовых) обеспечиваются выбором соответствующих отклонений номинальных размеров, например, цапф (опорных частей) вала и отверстий корпуса, так как отклонения размеров подшипников качения при их массовом производстве на специальных заводах не зависят от характера требуемых посадок.

В СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 145—75 содержатся 19 рядов допусков, называемых **качествами** и обозначаемых номерами по порядку: 0,1; 0; 1; 2...17. Качество представляет совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

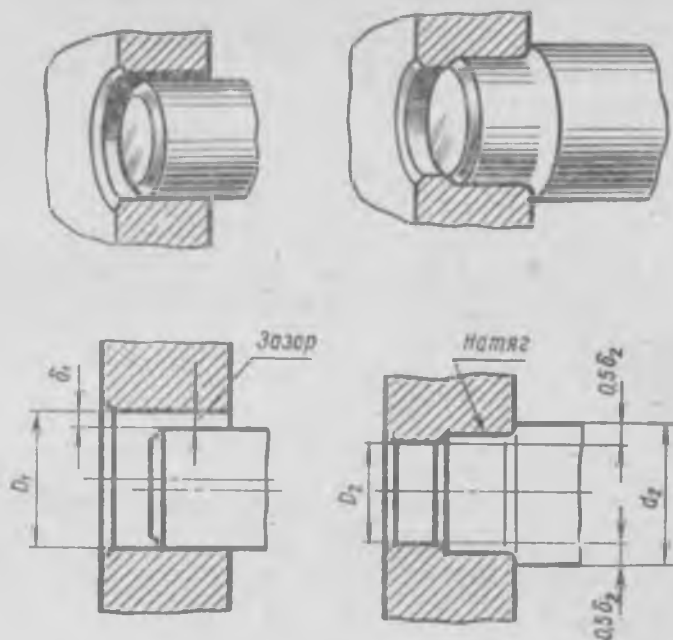


Рис. 181

По способу образования соединений различают две системы: систему отверстия и систему вала. Система отверстия характерна тем, что для любых посадок определенного класса точности нижнее предельное отклонение размера отверстия равно нулю. Верхнее же предельное отклонение размера отверстия имеет в различных посадках одинаковую величину, зависящую только от номинального диаметра. Разные посадки в этой системе получают путем назначения различных предельных отклонений размеров вала.

Так как практически наружную поверхность (вал) обработать легче, чем внутреннюю (отверстие), то система отверстий применяется более часто.

В системе вала разные посадки получают изменением предельных отклонений размеров отверстия при постоянных размерах вала.

В СТ СЭВ 145—75 для интервалов номинальных размеров валов или отверстий приведены для различных посадок ряды полей допусков и основных отклонений размеров, характеризующих положение этих полей допусков относительно нулевой линии (прямой линии, от которой при графическом изображении допусков откладываются отклонения размеров: положительные — вверх, а отрицательные — вниз).

Величину допуска, которая зависит от номинального размера, обозначают числом — номером квалитета. Положение поля допуска относительно нулевой линии, зависящее от характера посадки, обозначают буквой (или, иногда, двумя буквами) латинского алфавита: прописной для отверстий и строчной для валов, например, 40g6 или 40H7, или 40H11. Таким образом, в полное обозначение посадки входят: номинальный размер (40), общий для обеих соединяемых деталей (отверстия и вала), за ним следует обозначение полей допусков соединяемых деталей в виде дроби (в числителе — для отверстия, в знаменателе — для вала),

например $\frac{40H7}{g6}$.

На рабочем производственном чертеже детали *поводок* (см. рис. 174 и рис. 176) предельные отклонения размеров указаны:

1) условными обозначениями полей допусков сопрягаемых деталей по СТ СЭВ 144—75 ЕСПД ($\varnothing 110 H7$, $\varnothing 80 J7$).

2) числовыми величинами предельных отклонений линейных размеров ($32_{-0,2}^{+0,46}$; $22_{-0,1}^{+0,4}$; $\varnothing 100 \pm 0,2$ и др.), которые назначены конструктором и отличны от стандартных величин (со знаком «+» — положительное предельное отклонение, со знаком «-» — отрицательное);

3) числовыми величинами предельных отклонений угловых размеров ($120^\circ \pm 5'$);

4) смешанным способом: $20 J7 (+0,015)$.

3. Предельные отклонения формы поверхностей детали и их взаимного расположения. Изготовленная на производстве деталь во многих случаях имеет некоторые отклонения как от геометрических форм, изображенных на чертеже конструктором, так и отклонения взаимного расположения поверхностей. Объясняется это причинами, о которых было сказано выше (изнашиванием деталей механизмов металлообрабатывающих станков, деформацией обрабатываемой детали под действием сил резания и др.). Так, например, при протягивании отверстий появляются силы, растягивающие деталь, которые при выходе из детали каждого зуба протяжки уменьшаются. Частично освободившись от действия этих сил, деталь стремится сузиться, плотно обжимая следующий зуб.

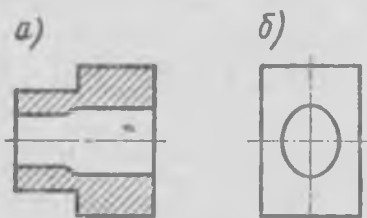


Рис. 182

Растяжение и усадка детали увеличиваются по мере затупления зубьев протяжки и при уменьшении толщины стенок детали. Поэтому при протягивании круглой (цилиндрической) протяжкой отверстий в деталях отверстие всегда будет иметь некоторую конусность (рис. 182, а) или овальность (рис. 182, б).

Проверка предельного отклонения формы, например отклонения от округлости, производится на специальных приборах.

Величины предельных отклонений форм и относительного расположения поверхностей (допуски) назначаются конструктором и записываются в технических требованиях на чертеже или обозначаются условными обозначениями, взятыми из таблиц СТ СЭВ 368—76 ЕСКД «Допуски формы и расположения поверхностей».

В нашем примере рабочего производственного чертежа детали *поводок* подобные отклонения показаны условными знаками (см. рис. 174 и рис. 177).

На главном виде нанесены два условных знака допуска (рамка, разделенная на три поля), соединенные линиями со стрелками с контурными линиями детали. Расшифровывается это обозначение следующим образом:

— стрелка в первом поле показывает вид отклонения от взаимного расположения поверхностей: торцовое биеение профильных плоскостей относительно цилиндрической поверхности $\varnothing 80$ мм;

— число во втором поле означает предельную величину этого биеения ($0,03$ мм);

— буква *В* в третьем поле является буквенным обозначением базы (цилиндрическая поверхность $\varnothing 80$ мм), относительно которой задан допуск взаимного расположения поверхностей.

Зачерненный равнобедренный треугольник, опирающийся своим основанием на продолжение контурной образующей (выносную линию) этой поверхности, показывает, что эта поверхность или ее линия — образующая является базовой. От базовой линии производится измерение отклонений размеров. От вершины зачерненного треугольника проведена вертикальная прямая линия, идущая к рамке с обозначением базовой поверхности буквой *В*.

На виде слева имеется знак, указывающий вид и величину в миллиметрах отклонения от параллельности плоскостей прорези *поводка*.

4. Технические требования к материалу, покрытию и размерам детали записывают текстом, который по ГОСТ 2.316—68 (ЕСКД) размещают на чертеже внизу, справа, над основной надписью, без заголовка (см. рис. 174).

§ 28. ОБОЗНАЧЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ МАТЕРИАЛОВ ДЕТАЛЕЙ

Для изготовления деталей машин приборов и других изделий применяются разные материалы: сталь, чугун и другие металлосплавы, а также неметаллические материалы (пластмассы, дерево, резина и др.).

Химический состав и физико-механические свойства материалов изучают в курсе «Материаловедение».

На чертеже обозначение материала детали помещают в основной надписи. Оно состоит из названия материала, его марки и номера стандарта (табл. 6).

Таблица 6

Материал	Марка	Стандарт на материал	Обозначение материала на чертеже
Чугун серый	СЧ 15-32	ГОСТ 1412—79	Чугун СЧ 15-32 ГОСТ 1412—79
Сталь углеродистая обычного качества	Ст3	ГОСТ 380—71	Сталь Ст3 ГОСТ 380—71
Сталь углеродистая качественная	45	ГОСТ 1050—74	Сталь 45 ГОСТ 1050—74
Бронза	БрАЖ9-4Л	ГОСТ 493—79	Бронза БрАЖ9-4Л ГОСТ 493—79

Допускается исключать из записи обозначения слова сталь, чугун, бронза и др. в тех случаях, когда в условное обозначение материала входит сокращенное наименование материала, т. е. указывать, например:

СЧ 15-32 ГОСТ 1412—79, Ст3 ГОСТ 380—71, БрАЖ9-4Л ГОСТ 493—79.

Химический состав, физико-механические свойства и марки материалов устанавливаются соответствующими ГОСТами.

Сталь по своему химическому составу подразделяется на углеродистую и легированную, а по назначению — на конструкционную и инструментальную.

Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380—71) выпускается марок: Ст0, Ст1 ... Ст6 и др. Чем больше углерода в стали (в марке количество углерода отражено цифрой), тем больше ее твердость и хрупкость.

Сталь углеродистая качественная конструкционная (ГОСТ 1050—74) изготавливается марок: 08, 10, 15, 20, 25 ... 85 и др. Цифры в марке стали означают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Если рядом с числом стоит Г (например, 65Г), это означает, что в стали повышенное содержание марганца.

Легированная сталь представляет собой сплав железа с углеродом и другими элементами, обозначаемыми в марках следующими буквами: Х — хром, Г — марганец, Н — никель, С — кремний, Ю — алюминий, Т — титан, Ф — ванадий, В — вольфрам.

Легированная сталь применяется для изготовления деталей машин, к которым предъявляются специальные требования, например по прочности, износостойкости, жаростойкости, сопротивлению коррозии и т. д.

Наиболее употребительны следующие марки легированной стали (ГОСТ 4543—71): 20Х, 30Х (хромистые); 15ХФ, 20ХФ (хромованадиевые); 18ХГ, 35ХГ2 (хромомарганцовистые); 20ХН, 40ХН (хромоникелевые).

Пример обозначения легированной стали: *Сталь 30Х ГОСТ 4543—71*. Здесь число 30 показывает среднее содержание в стали углерода в сотых долях процента.

Сталь инструментальная углеродистая (ГОСТ 1435—74) применяется для изготовления инструментов. В марках этой стали (У7, У8, У8Г, У10, У7А и др.) буква У — сокращение слова «углеродистая», следующее за ней число указывает среднее содержание углерода в десятых долях процента. Для высококачественных сталей к указанным обозначениям добавляют букву А.

Пример обозначения инструментальной углеродистой стали: *Сталь У8Г ГОСТ 1435—74*.

Чугун представляет собой железоуглеродистый сплав и широко применяется в машиностроении. Чугун бывает нескольких видов: серый (ГОСТ 1412—79), ковкий (ГОСТ 1215—79), жаростойкий (ГОСТ 7769—75), антифрикционный (ГОСТ 1585—79) и др. Наиболее употребителен серый чугун.

Пример обозначения серого чугуна: *Сч 18-36 ГОСТ 1412—79*.

В обозначении марки чугуна первое двузначное число — предел прочности отливки при испытании ее на растяжение (в кг/мм²); второе двузначное число — предел прочности отливки при испытании ее на изгиб.

Бронзы разделяются на оловянные — сплав меди с оловом и другими металлами (ГОСТ 613—79) и безоловянные (ГОСТ 493—79).

Детали, испытывающие при работе трение, изготавливаются из бронзы марки БрОЦС 5-5-5 и др.

Пример обозначения бронзы: *БрОЦС5-5-5 ГОСТ 613—79*. Это обозначение расшифровывается следующим образом: бронза оловянно-цинко-свинцовая с средним содержанием олова 5%, цинка 5%, свинца 5%, меди 85%.

Латунь — сплав меди с цинком и другими металлами, имеющий золотистый (светло-желтый) цвет. Из латуни изготавливают трубы, проволоку, ленты и другие изделия.

Латунь по ГОСТ 17711—72 и ГОСТ 15527—70 (СТ СЭВ 379—67) бывает марок: ЛАЖМц 66-6-3-2, ЛА67-2,5, Л68, Л63 и др.

Пример обозначения латуни: *ЛАЖМц 66-6-3-2 ГОСТ 17711—72*. В этой марке Л означает латунь, А — алюминий, Ж — железо, Мц — марганец, число 66 указывает процентное содержание меди, 6 — алюминия, 3 — железа и число 2 — процентное содержание марганца. Остальное — цинк.

Баббит — антифрикционный сплав меди, олова (или свинца) и сурьмы. По ГОСТ 1320—74 баббит имеет несколько марок. Наиболее часто применяют марки баббита: Б83 — для ответственных конструкций (в авиадвигателях); Б16 — в общем машиностроении; БС6 (свинцовистый баббит) — для подшипников автотракторных двигателей.

Пример обозначения баббита: *Баббит Б16 ГОСТ 1320—74*. Здесь 16 — процентное содержание олова.

Алюминиевые сплавы. Если алюминиевый сплав предназначен для литья, то в обозначении марки после начальной буквы А ставится буква Л. Для сплавов, предназначенных для проката, поковки и штамповки, ставится буква К.

Сплав алюминия с кремнием позволяет изготавливать детали сложной формы. Этот сплав называется *силумином*.

Пример обозначения силумина: *АЛ2 ГОСТ 2685—75*. Здесь число 2 — номер силумина.

Алюминиевый сплав с магнием и медью называется *дуралюмином*. Дуралюмин очень прочен, хорошо штампуется, легок.

Пример обозначения дуралюмина: *Д18 ГОСТ 4784—74*.

Полимерные материалы (пластмассы). В современной технике применяются в большом количестве неметаллические материалы, во многих случаях весьма эффективно заменяющие металлы. Особенно широко распространены

полимерные и металлополимерные материалы (пластмассы с армированием их деталями из металлосплавов).

Наиболее употребительные в машиностроении полимерные материалы, марки которых или стандартизированы ГОСТами или фигурируют в технических условиях министерств (ТУ), приведены в справочниках, где указаны и виды изделий из них.

Примеры обозначения материала изделий, изготовленных из полимеров: Волокнит ВЛ-2 ГОСТ 5689—79; Текстолит ПТ-3, сорт 1 ГОСТ 5—78.

Материалы, характеризуемые сортаментами. Сортмент материала представляет собой сводку данных о его форме и размерах. Материал выпускается промышленностью в виде листов, прутков с различными поперечными сечениями (круглыми, квадратными, шестигранными), полос, лент, труб, проволоки, стального проката различных форм, изделий фасонных профилей. В обозначении такого материала, помимо его марки и номера стандарта, указывают номер соответствующего стандарта сортамента.

• Примеры таких обозначений:

1. Полоса $\frac{36 \times 90 \text{ ГОСТ } 103 - 76}{45 - 4 (60) - \sigma - T \text{ ГОСТ } 1050 - 74}$.

Это обозначение указывает, что полоса изготовлена из стали 45, термически обработанной (Т), 4-й категории (диаметр заготовки, подвергаемой термической обработке, 60 мм), подгруппы σ , имеет толщину 36 мм, ширину 90 мм по сортаменту из ГОСТ 103—76.

2. Труба 80—4000 ГОСТ 3262—75 (СТ СЭВ 107—74).

Здесь записано обозначение стальной трубы по сортаменту ГОСТ 3262—75 (СТ СЭВ 107—74) с условным проходом 80 и длиной 4000 мм, обычной точности изготовления.

3. Проволока 2,2—10 ГОСТ 17305—71.

В этом обозначении: 2,2 — диаметр проволоки по сортаменту из ГОСТ 17305—71, изготовленной из стали марки 10.

§ 29. СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Измерение линейных величин

Простейшие инструменты, измеряющие линейные величины с точностью не более 0,5 мм, — это масштабная стальная линейка (для больших длин — гибкая стальная рулетка), кронциркуль и нутромер (рис. 183, а, б, в).

Масштабной линейкой можно непосредственно определять длины прямолинейных отрезков элементов детали.

Кронциркулем с двумя криволинейными ножками на шарнире совместно с масштабной линейкой удобно определять линейные размеры наружных частей детали и особенно диаметры тел вращения (рис. 183, а, б).

Нутромер с прямыми ножками, имеющими на концах отогнутые под прямым углом мерительные лапки, применяют главным образом для измерений диаметров внутренних поверхностей деталей (рис. 183, в).

Пользуясь для измерений кронциркулем или нутромером, необходимо раздвигать или сдвигать их ножки, слегка постукивая инструмент о твердый предмет и придерживая рукой шарнир ножек. Измерив кронциркулем или нутромером линейную величину и приложив инструмент к масштабной линейке, находят размерное число (рис. 183, б).

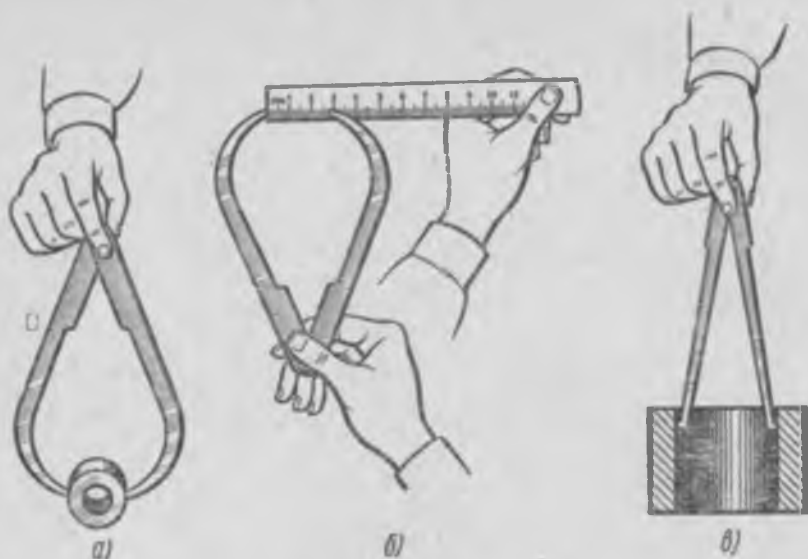


Рис. 183

В учебной практике довольно часто приходится определять межосевое расстояние отверстий. При одинаковых диаметрах отверстий масштабной линейкой промеряют кратчайшее расстояние между соответствующими краями отверстий (рис. 184), которое и будет равно их межосевому расстоянию. Если же диаметры соседних отверстий разные, то масштабной линейкой измеряют расстояние между ближайшими точками краев отверстий и к нему прибавляют сумму размеров радиусов большого и малого отверстия (рис. 184, б).

При измерении длин у деталей ступенчатых форм в качестве вспомогательного инструмента в учебных условиях применяют

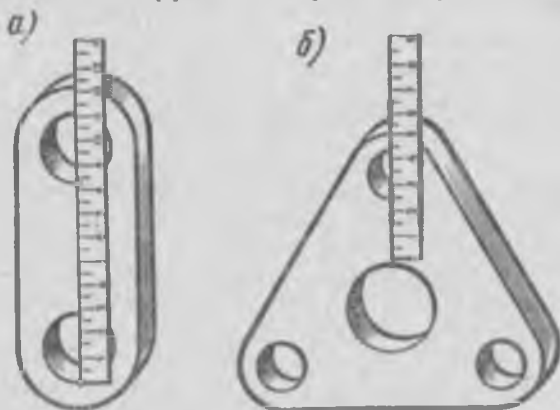


Рис. 184

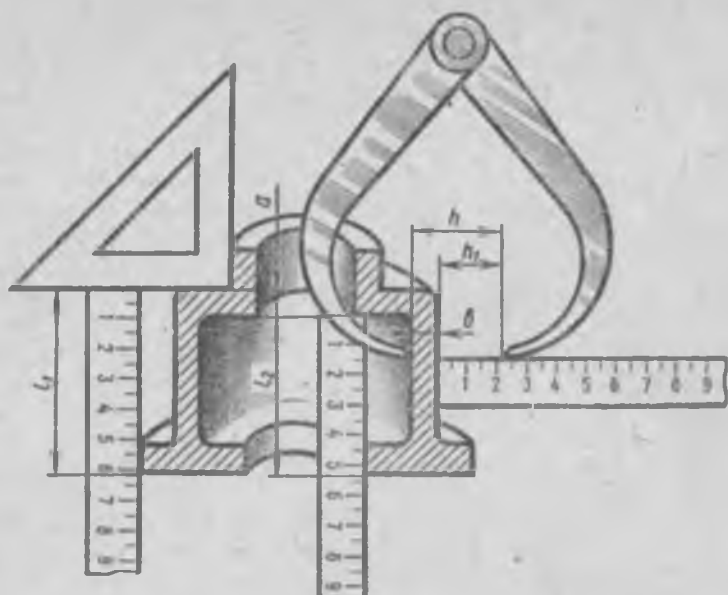


Рис. 185

совместно с масштабной линейкой чертежные угольники (рис. 185). Измеряемую деталь при этом укладывают на ровную плоскость.

На рис. 185 показано также определение толщины стенок поллой детали измерением масштабной линейкой и кронциркулем совместно с угольником длин l_1 , l_2 и h и h_1 . В данном случае искомые толщины равны: $a = l_1 - l_2$; $b = h - h_1$.

Измерения кронциркулем, нутромером и линейкой неточны и производятся главным образом в учебном процессе. На производстве для измерения длин с большой точностью (от 0,1 до 0,05 мм) применяют универсальный штангенциркуль (рис. 186, а).

Штангенциркуль имеет штангу (линейку с делениями в миллиметрах), на конце которой под прямым углом к ней размещаются две измерительные губки: верхняя 1 для измерения внутренних и нижняя 3 — наружных размеров и диаметров. По штанге перемещается рамка 4 с такими же двумя измерительными губками. Фиксация рамки на штанге производится установочным винтом 5 в любом положении. Снизу на скошенной части рамки имеет специальную шкалу с делениями — нониус (рис. 186, б). У нониуса на длине 19 мм расположено 10 равных делений. Таким образом, каждое деление нониуса меньше двух делений штанги на 0,1 мм. Точность такого штангенциркуля 0,1 мм.

Измеряя диаметр наружной или внутренней цилиндрической поверхности детали (рис. 186, а), надо измерительные губки слегка

прижать к поверхности детали, закрепить винтом рамку с нониусом на штанге и по шкалам штанги и нониуса выполнить измерение. Если, например, диаметр отверстия будет равен 30 мм, то нулевое деление нониуса точно совпадает с тридцатым делением штанги. Если диаметр отверстия будет больше 30 мм, например 30,2 мм, то нулевое деление нониуса будет сдвинуто вправо от тридцатого деления штанги на 0,2 мм, и, следовательно, второе деление нониуса совпадет с тридцать четвертым делением штанги. При диаметре отверстия детали менее 30 мм, например 29,6 мм, нулевое деление сдвигается влево от тридцатого деления штанги и шестое деление нониуса будет совпадать с сорок первым делением штанги.

Следовательно, для определения размера измеряемой величины необходимо найти целое число миллиметров по линейке штанги, а по нониусу — число десятых и сотых долей миллиметра. Десятых долей миллиметра будет столько, сколько делений нониуса от нулевого деления до штриха, совпадающего с каким-либо штрихом штанги.

С обратной стороны штанги 2 в пазу располагается глубиномер, представляющий собой узкую линейку 6, соединенную с рамкой 4. Когда измерительные губки штанг сомкнуты, торцы глубиномера и штанги совпадают. При измерении уступа детали (или глубины отверстия) торец штанги упирается в торец детали, а глубиномер вместе с рамкой перемещается до упора в уступ или дно отверстия детали. Размер измеренной длины или глубины определяется, как и ранее, по делениям штанги и нониуса.

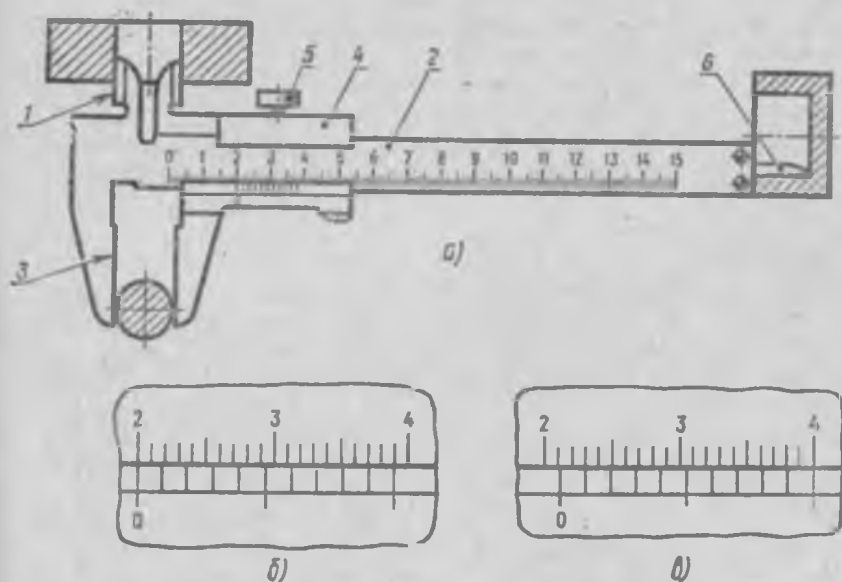


Рис. 186

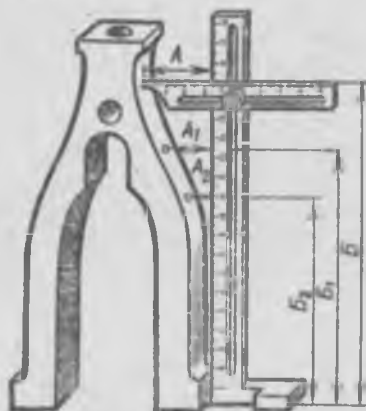
Измерение криволинейных контуров



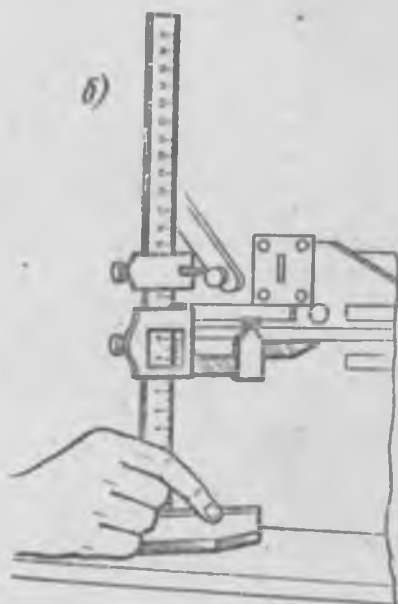
Рис. 187

Некоторые детали имеют криволинейные контуры, например детали аппаратуры точной механики (рис. 187) или токарно-винторезных автоматов. В этих случаях форму и размеры контуров деталей определяют измерением координат точек контура с помощью рейсмаса (рис. 188, а) или с большей точностью — штангенрейсмаса (рис. 188, б). При измерении деталь и рейсмас устанавливают на гладкой, ровной горизонтальной стальной плите (разметочной).

а)



б)



б)



з)

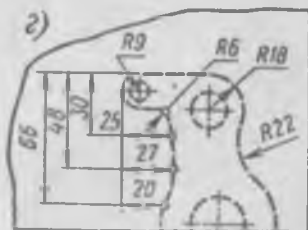


Рис. 188



Рис. 189

Во многих случаях размеры криволинейного контура определяют более простыми способами, например, у плоских деталей, таких, как криволинейный рычаг, изображенный на рис. 188, а, форму и размеры находят, снимая на бумажной кальке отпечаток. Кальку накладывают на плоскую поверхность детали и пальцем прижимают к ее кромкам. По полученному рельефному оттиску находят размеры контура для его вычерчивания: радиусы, координаты точек и т. д. (рис. 188, а).

Если криволинейный контур имеет очертание по дуге окружности, а также если у детали есть скругленные углы или галтели, величину радиусов скруглений находят при помощи радиусомера. Радиусомер представляет собой комплект пластинчатых шаблонов, соединенных между собой и с обоймой шарниром. Прикладывая к месту скругления детали тот или иной скругленный конец пластинки, просматривают просвет в месте их контакта. При отсутствии просвета (зазора) величина радиуса скругления равна числу, указанному на пластинке радиусомера (рис. 189, а, б).

Измерение углов

Углы между элементами детали измеряют шаблонами (рис. 190, а) или угломерами (рис. 190, б). Угломер состоит из металлической линейки 1, жестко соединенной с полукруглым

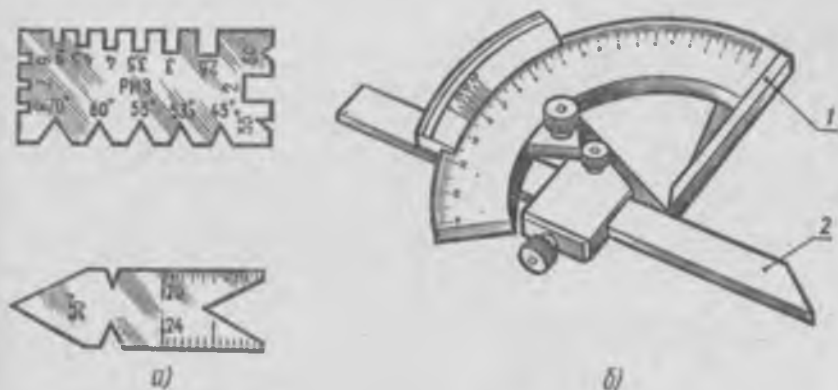


Рис. 190

транспортиром, имеющим деления в градусах, и поворотной линейки 2, снабженной нониусом. Измеряемый угол отсчитывают по транспортиру и его нониусу. Он будет равен углу между линейками. Точность измерения — до $2'$.

Определение параметров резьбы

Параметры резьб — профиль и шаг определяют резьбомером, устроенным наподобие радиусомера, т. е. набором шаблонов с пилообразными вырезами и зубьями, соответствующими профилю резьбы с определенным шагом. В учебной практике применяют резьбомеры двух видов: метрический с надписью $M60^\circ$ и дюймовый, имеющий надпись $D55^\circ$ (рис. 191, а, б). При определении шага резьбы из набора шаблонов резьбомеров этих двух видов надо подобрать такой, у которого зубья плотно, без просвета входили бы во впадины резьбы. Тогда шаг резьбы P определится указанной на шаблоне величиной (для дюймовой резьбы — числом витков — «ниток» на длине в 1").

Наружный диаметр и направление резьбы находят соответственно измерением штангенциркулем и наблюдением подъема винтовой линии (см. гл. III).

Для определения параметров внутренней резьбы измеряют ее внутренний диаметр, а наружный находят из таблиц ГОСТов на резьбу.

При определении шага резьбы P приближенно, в учебных условиях вместо резьбомера можно воспользоваться отпечатком резьбы на полоске плотной бумаги. Измерив масштабной линейкой длину a и определив n — число витков резьбы на этой длине, найдем $P = \frac{a}{n}$.

Необходимым условием правильного сопряжения резьбы винта и гайки является точное измерение параметров резьбы: профиля, шага, диаметра и др.

Точность измерения зависит от вида применяемых измерительных инструментов, а также от умения ими пользоваться. Отсюда следует, что студент должен ознакомиться с устройством и основными приемами пользования не только примитивными измерителями — кронциркулем, нутромером и масштабной ли-

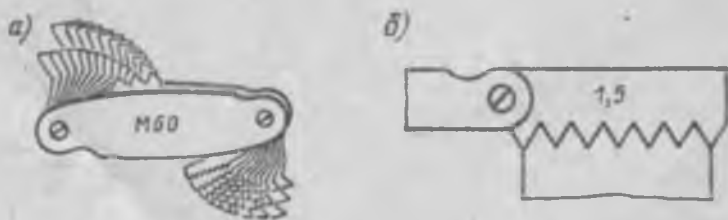


Рис. 191

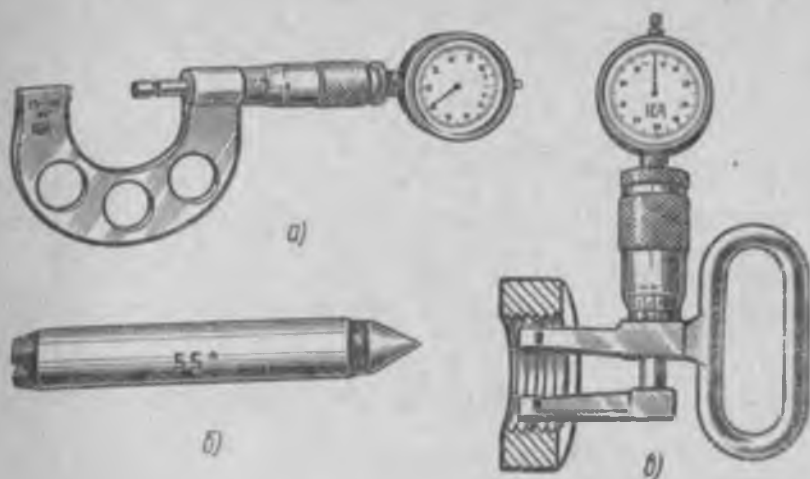


Рис. 192

нейкой, но и некоторыми более совершенными инструментами — механическими и оптическими, употребляемыми в производстве — на заводах и в конструкторских бюро.

Измерительные инструменты для резьб (зубьев колес) очень разнообразны и сложны.

Описанный резьбомер шаблонного типа, не говоря уже о точности, дает возможность определить угол профиля (60 или 55°) только у резьб треугольного профиля. Большую точность измерений можно получить с помощью специального резьбового микрометра со стрелочным индикатором и микрометрическим винтом (рис. 192, а). Стрелка индикатора при измерении диаметров резьбы указывает отклонение в их размерах с точностью до 0,01 мм. Такой микрорезьбомер может иметь специальные измерительные наконечники (рис. 192, б) и особые губки для измерения внутренней резьбы (рис. 192, в).

С точностью до 0,02 мм можно промерить средний диаметр резьбы обычным микрометром, применяя вместо наконечников тонкие, точно изготовленные мерительные проволоочки (рис. 193). По показанию шкал микрометра несложным расчетом определяют средний диаметр резьбы.

Эти инструменты с контактными мерительными частями имеют общий недостаток, заключающийся в том, что точность промера зависит от аккуратности и опыта лица, измеряющего резьбу. От этого недостатка свободен оптический метод измерения резьб (и зубьев колес) приборами двух групп.

Приборы первой группы имеют увеличитель показаний шкал (лупу или микроскоп), что повышает точность отсчета.

Приборы второй группы работают по принципу проецирования профиля резьбы на матовое стекло и сравнения профиля с расчерченными на стекле точными профилями. Таков, например, оптический компаратор который служит для определения правильности профиля резьбы. В этом приборе (рис. 194) лучи света от электроламп 1 проходят через систему линз 2 и падают на контролируемую резьбу винта 3. Система линз 2 направ-

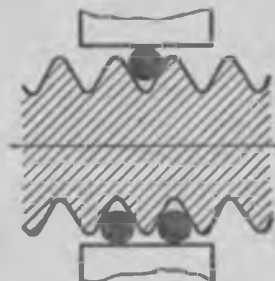


Рис. 193

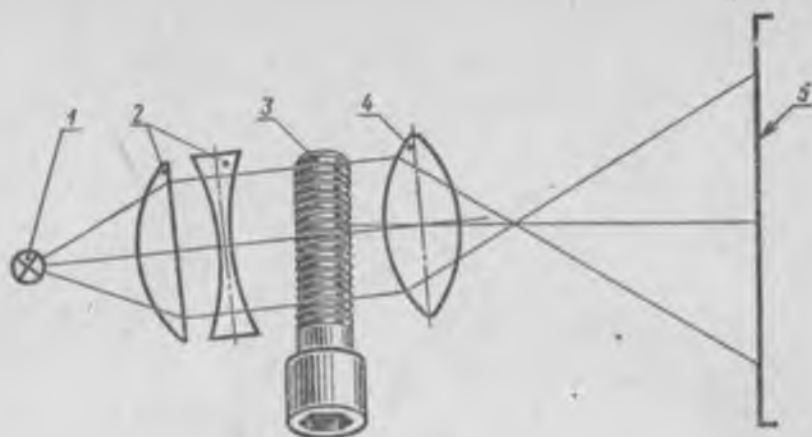


Рис. 194

ляет лучи параллельно наклону резьбы. Объектив 4 отбрасывает увеличенную тень профиля резьбы на экран 5. Эту тень сравнивают с нанесенными на экране рисками точных профилей резьб с предельными отклонениями.

§ 30. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ

Требования к эскизу и его выполнению были приведены в предыдущих параграфах. Эскиз является конструкторским документом для разового изготовления детали на производстве или для выполнения по нему рабочего чертежа детали. В учебной практике по курсу черчения эскиз применяется при выполнении учебного сборочного чертежа или чертежа общего вида (см. гл. VII). Эскизирование детали с натуры рекомендуется выполнять по этапам, связанным друг с другом. Рассмотрим их на примере детали «Рычаг коленчатый» (рис. 195, а).

I этап — ознакомление с формой детали. Для анализа формы деталь мысленно расчленяют на основные геометрические элементы, как это показано на рис. 195, б;

II этап — выбор необходимого числа изображений детали. Главное изображение выбирают так, чтобы полнее представить форму детали и нанести больше размеров (см. ГОСТ 2.305—68). В данном случае, однако, более целесообразно принять за главное изображение рычага, на котором оси меньших отверстий были бы направлены вертикально, а одна ось отверстия большого диаметра, — горизонтально. Тогда на главном изображении будут представлены длина и высота большинства элементов детали. При этом эскиз можно будет выполнить на листе небольшого формата, а это требование входит в задачу выбора изображений (см. гл. II, § 13). Число изображений в этом примере равно четырем, что достаточно для полного представления формы рычага. Помимо главного вида нужны: вид сверху и вид слева. Для выяв-

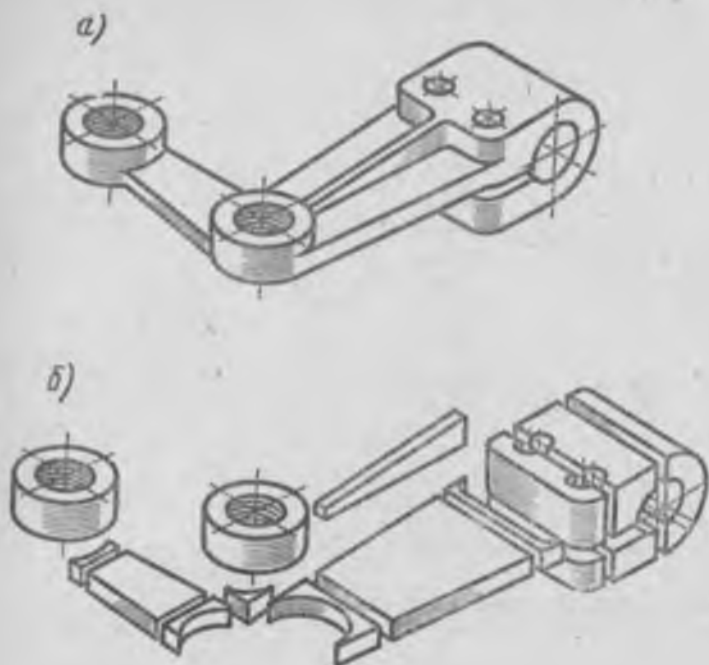


Рис. 195

ления контурного очертания нижней плоской опорной части рычага необходим местный вид снизу (с обрывом). На всех изображениях для выявления формы отверстий требуется выполнить местные разрезы.

III этап — выбор для эскиза формата листа бумаги (графленой в клетку) производится по ГОСТ 2.301—68. Размер формата берется с учетом возможности расположения всех намеченных изображений с интервалами между ними для нанесения размеров.

IV этап — подготовка листа бумаги выбранного формата для выполнения эскиза. Эта подготовка сводится к ограничению листа внешней рамкой и нанесению внутренней рамки с размерами сторон формата. Расстояние между внутренней и внешней рамками принимают с трех сторон равным 5 мм, с левой стороны листа для подшивки при брошюровке это расстояние берут равным 20 мм. Снизу, справа выделяют место для основной надписи чертежа.

V этап — компоновка изображений на листе. При этом выбирают: «глазомерный» масштаб (любой, не стандартный) и устанавливают приблизительно («на глаз») соотношения (пропорции) между габаритными размерами детали (высотой, шириной и длиной). В начальном периоде работ по эскизированию рекомендуется установить эти соотношения путем приблизительного (грубого) промера габаритов, прикладывая карандаш к промеряемым

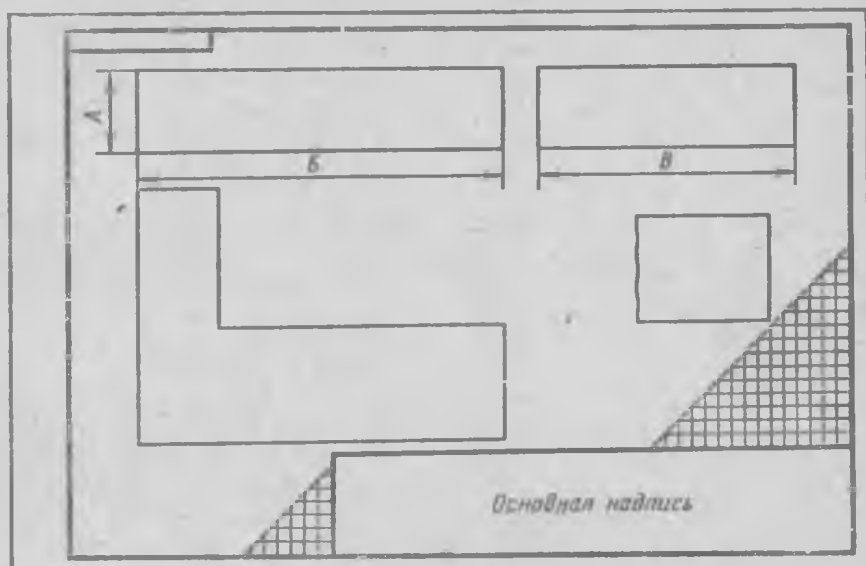


Рис. 196

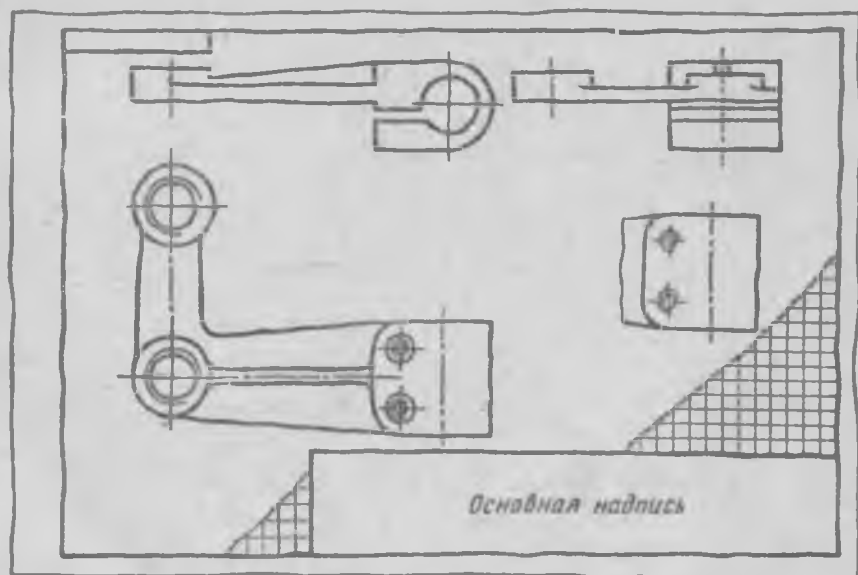


Рис. 197

длинам. Далее на эскизе тонкими линиями, мягким карандашом, без нажима на бумагу наносят габаритные прямоугольники будущих изображений (рис. 196). Эти прямоугольники должны быть расположены с интервалами для размещения размерных и выносных линий. Компоновка облегчается, если вырезать из бумаги или картона габаритные прямоугольники и затем, перемещая их по полю эскиза, найти целесообразное расположение всех изображений детали.

VI этап — вычерчивание основных элементов детали тонкими линиями внутри намеченных габаритных прямоугольников. При этом обязательно: а) соблюдать глазомерный масштаб изображений элементов (пропорций); б) соблюдать проекционную связь всех изображений, используя прямые линии на бумаге, графленной в клетку, предварительно проведя осевые линии и линии симметрии (рис. 197).

VII этап — уточнение всех изображений детали, скругление углов, условное изображение резьб и т. п., т. е. выполнение разрезов и сечений по правилам, изложенным в ГОСТ 2.305—68 (см. гл. II). Все вспомогательные линии построения удаляют резинкой. Штрихуют сечения по ГОСТ 2.306.68 (см. гл. II, § 12) в зависимости от материала детали.

VIII этап — нанесение размерных и выносных линий, а также условных знаков, например, знаков диаметра, радиуса, квадрата, уклона, конусности, типа резьбы (рис. 198).

IX этап — нанесение на проведенных размерных линиях размерных чисел и параметров резьбы с их обозначениями. Все размеры детали определяют при помощи инструментов только на данном этапе. Никаких измерений до этого не производят.

X этап — заполнение граф основной надписи на чертеже. Окончательная проверка выполненных изображений и нанесенных размеров. На этом этапе вносят поправки и добавления (рис. 199) и обводят эскиз карандашом ТМ или М.

§ 31. УЧЕБНЫЕ РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

Учебные рабочие чертежи деталей выполняют по снятому с натуры эскизу или по чертежу общего вида, или учебного сборочного чертежа (см. гл. VII), на котором деталь показана как составная часть изделия.

Этапы выполнения учебных рабочих чертежей деталей имеют сходство с этапами их эскизирования. Разница между ними в том, что:

1. Изображения деталей вычерчивают чертежными инструментами.

2. Масштаб применяют стандартный (по ГОСТ 2.302.68), поэтому величины изображений детали на эскизе и рабочем чертеже могут быть различными.

3. Все построения на чертеже выполняют с помощью инструментов на чертежной доске.

Оформление и содержание рабочего чертежа детали во многом зависит от ее формы и технологических процессов изготовления (отливки, штамповки иковки, обработки на металлорежущих станках и др.). Примеры выполнения рабочих чертежей деталей, отличающихся между собой формой и техпроцессами изготовления, приводятся ниже.

Рабочий чертеж детали с формой тела вращения

В конструкциях машин, приборов, аппаратов находят широкое применение детали, ограниченные различными поверхностями вращения, изготавливаемые на токарных, карусельных, шлифовальных и других станках (валы, тяги, оси, втулки, фланцы, диски, шкивы, маховички, полумуфты, колеса, ролики, катки и др.). Многие из перечисленных деталей изображают на чертежах в одном виде спереди (главном виде) с осью, параллельной основной надписи чертежа, и необходимыми поперечными сечениями. Пример рабочего чертежа ходового винта токарно-винторезного станка представлен на рис. 200. Деталь обработана полностью на металлообрабатывающих станках, в основном, точением.

Чертеж содержит четыре изображения детали: 1) главный вид с местными разрезами по осям радиального отверстия и шпоночному пазу; 2) два выносных элемента, уточняющих в большем масштабе форму проточки (элемент I), а также нестандартный профиль резьбы винта (элемент II); 3) поперечное сечение А—А по шпоночному пазу.

Чертежи литых деталей

Детали, изготавливаемые отливкой из серого чугуна, реже — из стали, цветных сплавов, меди и других материалов, имеют самые разнообразные иногда очень сложные формы и находят широкое применение в машиностроении. Некоторые элементы таких литых деталей обрабатывают после отливки на разных станках: токарных, карусельных, сверлильных, фрезерных, строгальных, протяжных, шлифовальных и др.

Рабочий чертеж детали, отлитой из серого чугуна стандартной марки СЧ 18-36 по ГОСТ 1412—79 с последующей обработкой поверхностей на фрезерных и сверлильных станках, можно видеть на рис. 201. На чертеже даны главный вид и вид слева с местными разрезами. Наличие скруглений (переходов) в местах пересечения поверхностей, за исключением мест пересечения поверхностей, обработанных на станках снятием слоя металла, является одним из характерных признаков отливок.



Чертежи деталей, выполненных из листового материала гибкой и штамповкой

Детали, полученные вырезкой, изгибом и пробивкой отверстий и пазов на различных прессах из мягких листовых материалов (например мягкой стали, латуни, сплавов алюминия и др.), часто применяются в конструкциях машин, станков и приборов (кожухи, ограждения, вентиляционные части и т. п.). Изображения таких деталей на чертежах бывают достаточно сложны для восприятия их форм при изготовлении. Кроме того, трудно нанести

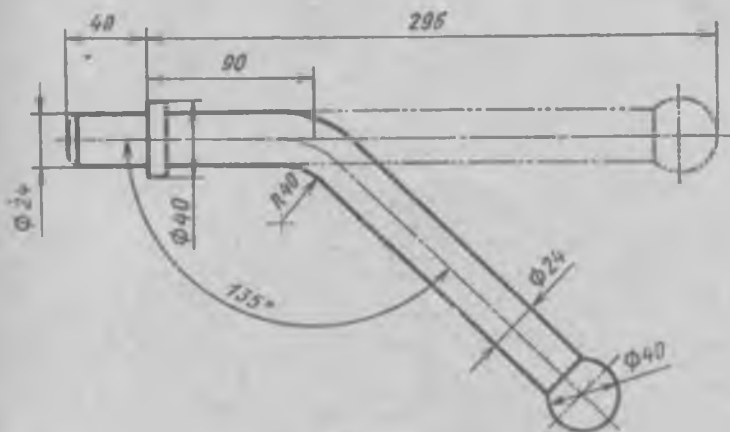


Рис. 203

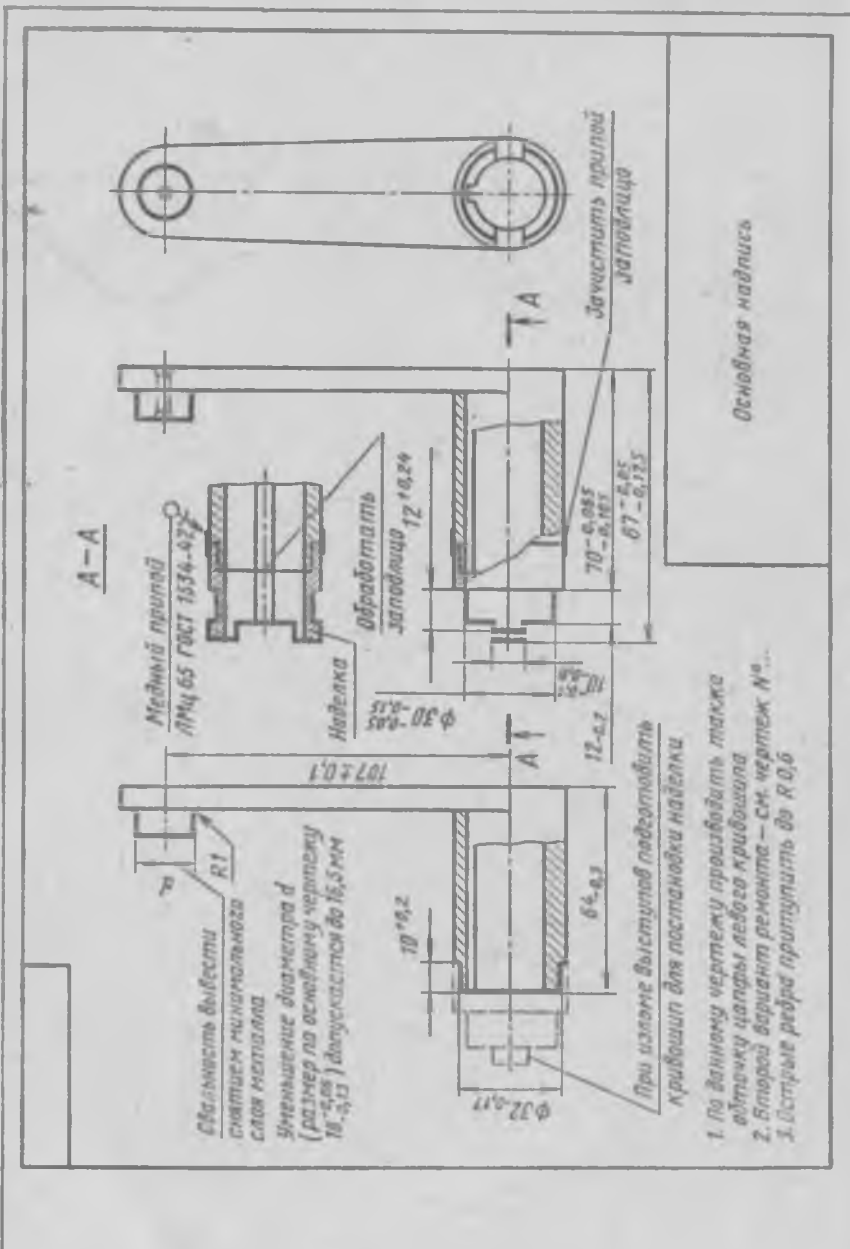
все размеры, необходимые для изготовления заготовки и самой детали. Поэтому на чертежах, кроме изображений, иногда строят развертки, служащие для раскроя заготовок перед обработкой на прессах. По ГОСТ 2.109—73 для несложных деталей чертеж развертки обычно выполняют только для той части детали, действительные размеры которой невозможно нанести на изображениях ввиду их искажения (рис. 202).

Контур развертки вычерчивают сплошными основными линиями. Над изображением развертки помещают надпись «Развертка». При необходимости показывают линии сгиба тонкими штрихпунктирными линиями с двумя точками. Допускается совмещать изображение части развертки с изображением детали. Тогда развертку чертят тонкими штрихпунктирными линиями с двумя точками, а надпись «Развертка» не делают (рис. 203).

Ремонтные чертежи

Ремонтные чертежи разрабатывают для:

- 1) восстановления (реставрации) отдельных деталей изделия и его сборочных единиц;



1. По данному чертежу производить также отточку цапфы левого кривошипа
2. Вторым вариантом ремонта — см. чертеж №...
3. Острые ребра притупить до R 0,6

Основная надпись

Рис. 204

2) изготовления деталей и сборочных единиц изделия с применением ремонтных размеров.

Различают два вида ремонтных размеров: пригоночный размер, выполняемый с учетом припуска на пригонку детали по месту, и категорийный размер, отличающийся от соответствующего размера на чертеже детали изделия основного производства своим номинальным значением, но выполняемый с допуском, обеспечивающим в сопряжении посадку, предусмотренную чертежом детали основного производства.

Производственные ремонтные чертежи (см. ГОСТ 2.601—68... 2.605—68) имеют следующие отличия от обычных чертежей:

1. Ремонтируемые участки на чертеже детали выделяют утолщенными линиями (рис. 204).

2. Приводят только те изображения детали, которые необходимы для производства ремонта.

3. Записывают технологические указания о способах ремонта и перечисляют требования, предъявляемые к сопряжениям деталей.

4. Наносят только необходимые для ремонта размеры. Ремонтные размеры сопрягаемых деталей обозначают буквами латинского алфавита, а необходимые данные указывают записью.

5. Если деталь в результате ремонта или подготовки к нему меняет свою конфигурацию, то прежнее очертание ее показывают тонкой штрихпунктирной линией.

Чертежи пружин

Назначение пружин в изделии — создать усилия, действующие на какие-либо детали изделия. Эти усилия являются результатом возникновения внутренних сил упругих деформаций пружины, стремящихся придать пружине ее первоначальную форму и размеры.

По форме пружины разделяются на: 1) винтовые цилиндрические (рис. 205, а, б, в); 2) винтовые конические (рис. 205, г, д); 3) спиральные (рис. 205, е); 4) пластинчатые (рис. 205, з), 5) тарельчатые (рис. 205, ж).

По виду деформации и условиям работы пружины бывают: 1) сжатия (рис. 205, а, б, г, д, ж); 2) растяжения (рис. 205, в); 3) кручения (рис. 205, е, и, к), 4) изгиба (рис. 205, з).

По форме поперечного сечения витков пружины бывают: круглого сечения (рис. 205, а, в, г, и, к), квадратного (рис. 205, б) и прямоугольного (рис. 205, д, з).

По направлению (ходу) навивки различают пружины с правой и левой навивкой.

В учебной практике по черчению выполняются, в основном, рабочие чертежи и эскизы цилиндрических винтовых пружин с правой навивкой и круглым сечением витков. Размеры некото-

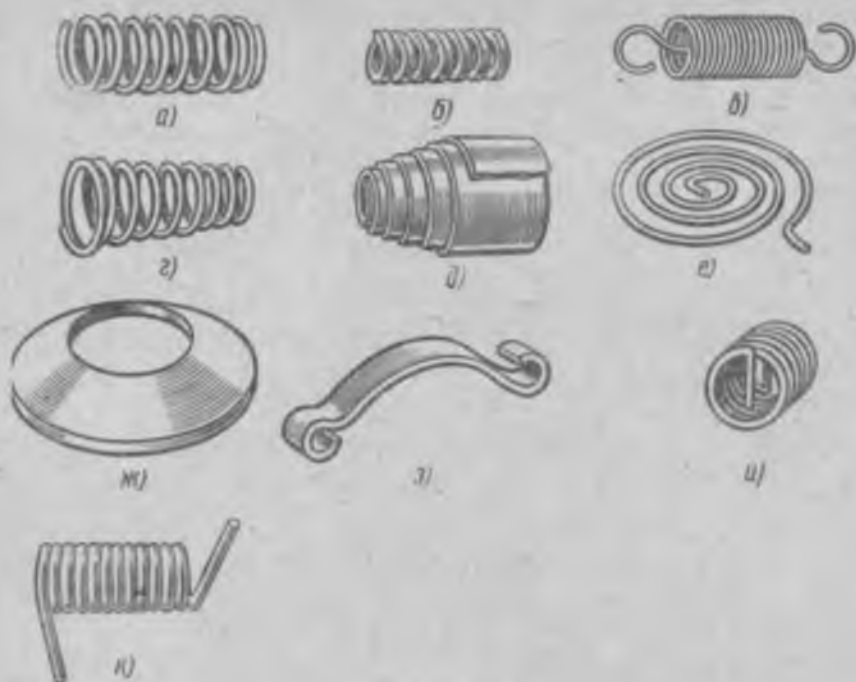


Рис. 205

рых видов пружин стандартизированы, например, для цилиндрических винтовых пружин по ГОСТ 13771—68*.

Примеры применения пружин можно видеть на рис. 206, на котором приведено наглядное изображение части механизма пускового устройства двигателя трактора. В механизме применены три вида цилиндрических винтовых пружин с круглым сечением (поверхность таких пружин в начертательной геометрии носит название винтового цилиндра): вверху — пружина сжатия, посередине — пружина кручения и внизу — пружина растяжения.

На чертежах общего вида и сборочных пружины изображают условно (по СТ СЭВ 285—76), на рабочих чертежах — по ГОСТ 2.401—68 (СТ СЭВ 1185—78).

Все типы пружин на рабочих чертежах и эскизах показывают в свободном состоянии, когда на пружину не действуют внешние силы.

Все винтовые пружины на рабочих чертежах изображают с осью, параллельной основной надписи чертежа.

На главном изображении винтовой пружины вместо синусоид, изображающих контуры витков, вычерчивают наклонные к оси прямые линии, соединяющие соответствующие участки кон-

* Пружины тарельчатые по ГОСТ 3057—79.

туров или поперечных сечений витков. Опорные витки цилиндрических винтовых пружин сжатия бывают поджаты или на длине целого витка, или на $\frac{3}{4}$ длины витка. На опорных витках шлифовкой на $\frac{3}{4}$ дуги окружности создают плоскую опорную поверхность, перпендикулярную оси пружины. Это предупреждает перекосы пружины при воздействии на нее осевых сил. На рабочем чертеже поджатие и торцовку опорных витков показывают сближением крайних витков пружины с плоскими торцами (рис. 207). Такие пружины имеют несколько рабочих витков и 1,5...2 нерабо-

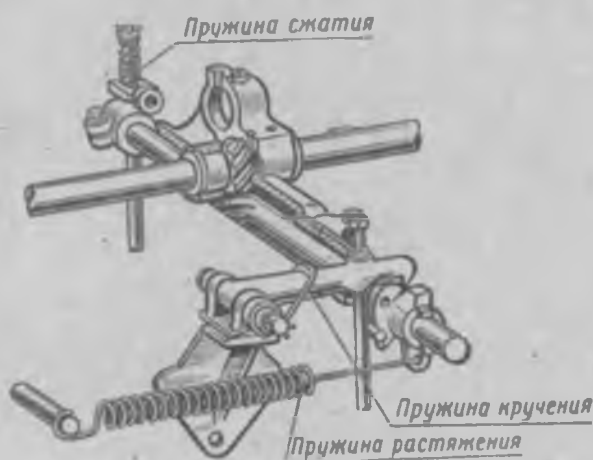


Рис. 206

чих (опорных витка). Таким образом полное число витков пружины равно $n_1 = n + (1,5...2)$. Это число витков указывают на рабочем чертеже пружины в технических требованиях, размещенных над основной надписью. Там же указывают направление навивки пружины. Длину пружины сжатия в свободном состоянии $H_0 = nt + d$ (здесь d — диаметр проволоки, t — шаг витков пружины) наносят на чертеже. Наружный диаметр пружины D , число рабочих витков n и диаметр d определяют расчетом конструктора.

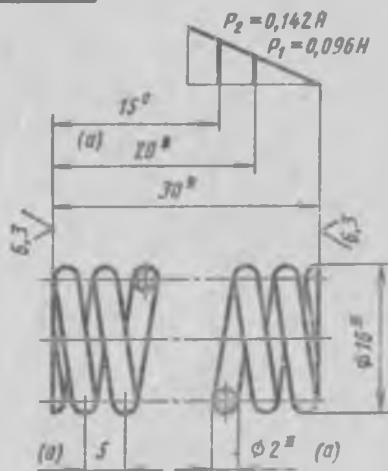
На рис. 207 размеры $D = 16$ мм, $t = 5$ мм, $d = 2$ мм, наносимые на чертеже пружины, записаны как справочные, с отметкой звездочкой. В основной надписи чертежа имеется указание о стандартном сортаменте проволоки определенного диаметра (d); это дополняет сведения о форме и размерах поперечного сечения витка.

Длину развернутой пружины сжатия (заготовки) можно подсчитать по формуле

$$L \approx n_1 \sqrt{[\pi(D - d)]^2 + t^2}.$$

Винтовые пружины растяжения отличны от пружин сжатия тем, что в свободном состоянии их витки плотно, без зазоров при-

✓ (✓)



1. Пружина №468 ГОСТ 13771-68
2. $n=6$
3. $n_1=7,5$
4. Направление навивки — правое
5. * Размеры для справок

[illegible]

Рис. 207

легают друг к другу, так что их шаг t равен диаметру проволоки d . Все витки пружины растяжения, за исключением кольцевых зацепов, являются рабочими. Число рабочих витков (n), как и направление навивки, указывают в технических требованиях (рис. 208). Длина такой пружины без зацепов равна

$$H_0 = d(h+1).$$

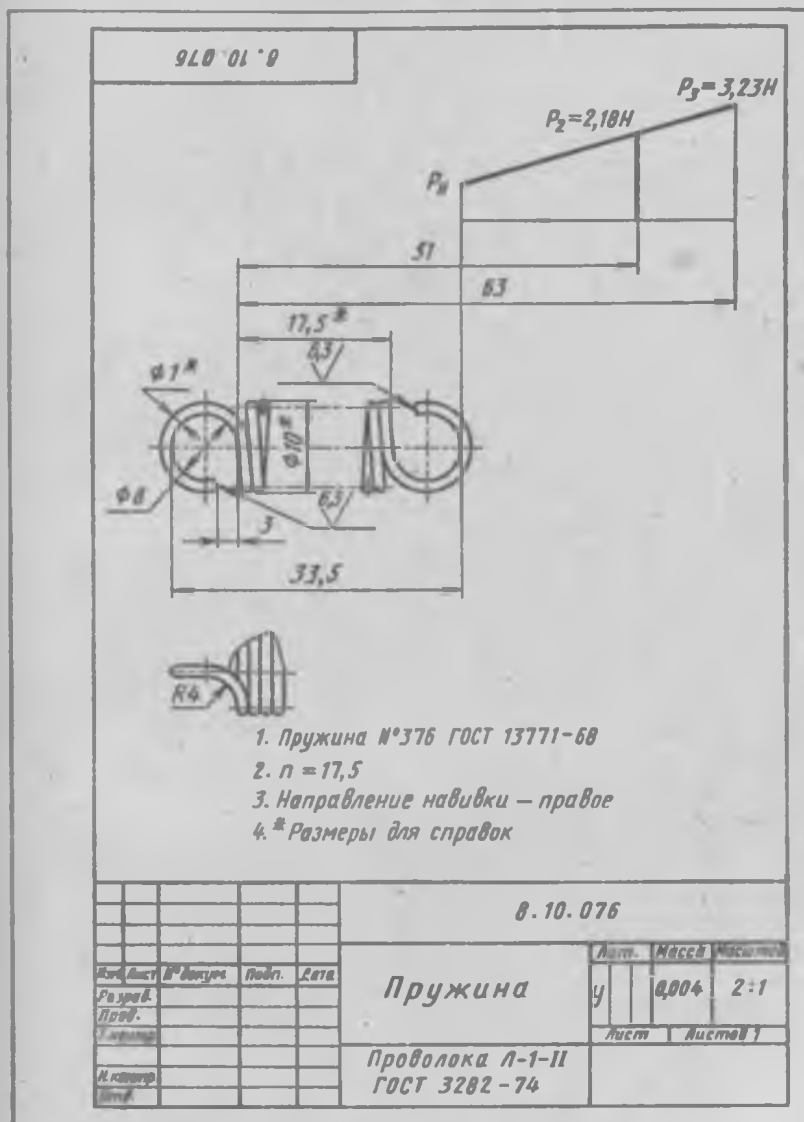
Расстояние между центрами кольцевых зацепов

$$H'_0 = H'_0 + 2(D - d),$$

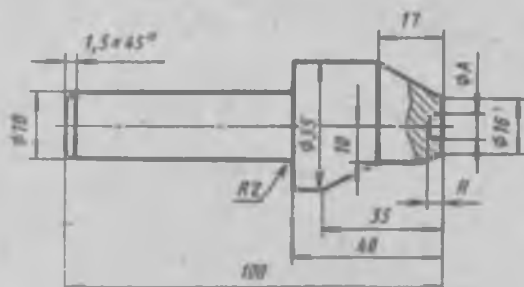
где D — наружный диаметр пружины.

Радиус дуги изгиба зацепов

$$R = \frac{D - 2d}{2}.$$



АБВГ.840325.014



Обозначение	Размеры		Масса, кг
	ФА	H	
АБВГ.840325.014	3,5	1,2	0,4
- 01	5,05	1,7	0,385
- 02	5,5	1,9	0,375
- 03	6,8	2,1	0,37

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Рис. 209

Расстояние между концом зацепа и ближайшим к нему витком

$$e = \frac{D}{3}.$$

Длина развернутой пружины растяжения

$$L \approx \pi (D - d) (n + 2).$$

Если винтовая пружина растяжения или сжатия имеет более четырех рабочих витков, то на рабочем чертеже пружины показывают с каждого ее конца только по два витка (кроме опорных витков или зацепов). Вместо изображения остальных витков через центры окружностей сечений витков проводят штрихпунктирные осевые линии.

Пружины цилиндрической формы с навивкой по винтовой линии показывают, как правило, с правым направлением (кроме пружин кручения). Действительное направление навивки указывают в технических требованиях.

На производственных рабочих чертежах винтовых пружин специального назначения, у которых должны быть определенные силовые параметры (например, пружин клапанов двигателей внутреннего сгорания или приборов), сверху, справа на чертеже, размещают диаграмму испытаний. Эта диаграмма (рис. 207 и 208) иллюстрирует зависимость осевой нагрузки на пружину от деформации пружины. Так как построение такой диаграммы требует проведения расчетов, изучаемых в курсе сопротивления материалов, и знания специальных предметов, то на учебных чертежах по черчению диаграмму, а также знаки шероховатости, допусков и посадок не помещают.

Групповые чертежи

Если в состав изделия входят детали, несколько отличающиеся друг от друга, но обладающие общими конструктивными признаками, то рекомендуется в соответствии с ГОСТ 2.113—75 «Групповые и базовые конструкторские документы» вместо выполнения отдельных чертежей на каждую деталь составлять один, так называемый групповой чертеж.

Таким, например, групповой чертеж детали «Пуансон», содержащий сведения, необходимые для изготовления четырех, отличных друг от друга деталей (рис. 209). При одинаковой форме и материале (общих конструктивных признаках) пуансоны отличаются друг от друга размерами рабочей части (A и H), что отмечено в таблице исполнений, расположенной на поле чертежа.

В основной надписи, выполняемой по форме 1 из ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 1185—78) «Основные надписи», наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В графе «Масштаб» основной надписи ставят прочерк, а в графе «Масса» делают ссылку «См. табл. ...». Таблицу исполнений размещают на чертеже так, чтобы оставалось свободное место внизу и справа для размещения дополнительных строк и граф в случае изменения конструкции детали.

ГЛАВА V

СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

Соединения деталей машин и приборов в изделиях могут быть разъемными, позволяющими выполнять их многократную сборку и разборку, и неразъемными, разборку которых можно произвести только с частичным разрушением некоторых деталей, входящих в соединение.

Разъемные соединения деталей осуществляют: резьбовыми изделиями, клиньями, шпонками, шлицами, штифтами, пружинно-затяжными втулками и др.

Неразъемные соединения деталей осуществляют: клепкой, сваркой, пайкой, склеиванием, запрессовкой, заливкой, сшивкой и др.

§ 32. ИЗОБРАЖЕНИЕ РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Выполнение чертежей соединений резьбовыми изделиями было подробно разобрано в гл. III.

Соединения клином

Соединения клином применяют в тех случаях, когда требуется быстро разбирать и собирать соединяемые детали, а также, когда надо регулировать зазоры между стягиваемыми деталями. Так, например, изображенное на рис. 210 соединение клином осуществляет одновременно и стягивание деталей. Клин, выполненный из стали, представляет собой скошенный с одной стороны брусок со скругленными углами. В зависимости от назначения конструкции и характера действующих сил уклон клина может быть равен $1/50 \dots 1/40$.

Приведенное на рис. 210 соединение клином используется для крепления пилы в пильной раме с помощью подвесок, которые должны

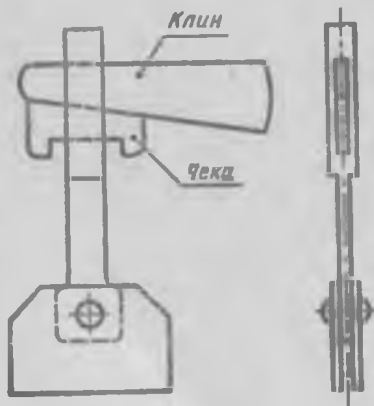


Рис. 210

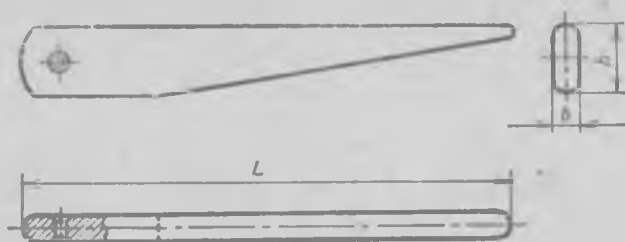


Рис. 211

обеспечивать достаточное натяжение пилы при работе и быструю замену пилы при поломке ее зубьев. Рис. 211 дает представление о конструкции клина.

Шпоночные соединения

Соединение деталей для передачи главным образом вращательного движения (вала со шкивом, зубчатым колесом и др.) осуществляется шпонками. Соединение шпонками может быть неподвижным или подвижным вдоль оси вала. При этом шпонка (рис. 212) примерно на половину высоты входит в паз (канавку) вала и на половину — в паз ступицы колеса. Боковые (рабочие) грани шпонки передают вращение от вала к колесу или обратно.

Форма и размеры большинства типов шпонок стандартизованы и зависят от условий работы соединяемых деталей и диаметра вала.

По форме стандартные шпонки разделяются на призматические, клиновые и сегментные с прямоугольным поперечным сечением. На продольных разрезах соединений все шпонки показывают нерассеченными (рис. 213).

Призматические шпонки (рис. 214) находят наибольшее применение. Размеры их поперечного сечения $b \times h$, длины l , а также размеры пазов выбирают по СТ СЭВ 189—75 в зависимости от диаметра вала d . Стандартные размеры глубины пазов таковы, что после сборки соединения остается небольшой зазор между гранью шпонки и пазом в ступице колеса.

Приведем пример выбора стандартной призматической шпонки для диаметра вала $d = 36$ мм.

В табл. 2 в СТ СЭВ 189—75 $d = 36$ мм соответствуют ширина сечения шпонки $b = 10$ мм и высота сечения $h = 8$ мм. Длина такой шпонки может быть в пределах от 22 до 110 мм. В данном случае, если бы была известна длина ступицы колеса $L_{ст}$, то



Рис. 212

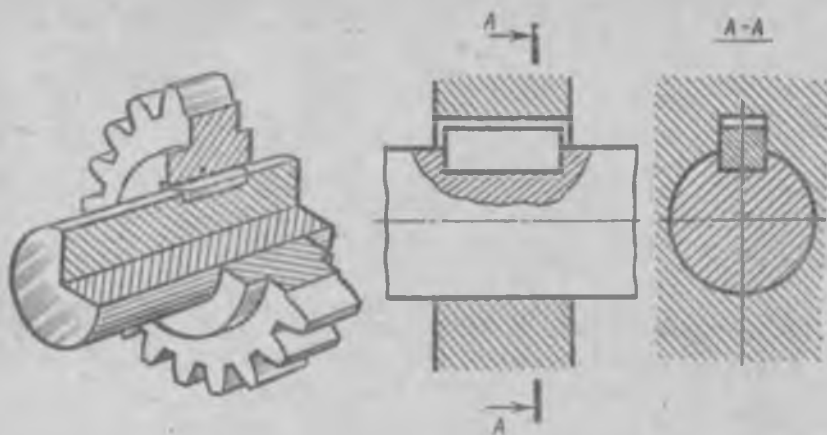


Рис. 213

длину шпонки l надо было бы взять на несколько миллиметров меньше длины ступицы. Если $L_{ст}$ неизвестна, то l можно подсчитать по эмпирической формуле $l = 1,5 d = 1,5 \times 36 = 54$ мм и затем выбрать по табл. 1 в СТ СЭВ 189—75 ближайшую длину $l = 56$ мм. Глубины пазов для такой шпонки по табл. 2 в СТ СЭВ 189—75 будут: для вала $t_1 = 5$ мм и для ступицы $t_2 = 3,3$ мм.

На чертеже вала должен быть нанесен размер t_1 , а на чертеже колеса — размер $d + t_2$, который удобно измерить при долблении (или протяжке) шпоночного паза в ступице.

По форме призматические стандартные шпонки бывают трех исполнений (рис. 215):

А — со скруглением двух концов; С — со скруглением одного конца;

В — без скругления концов.

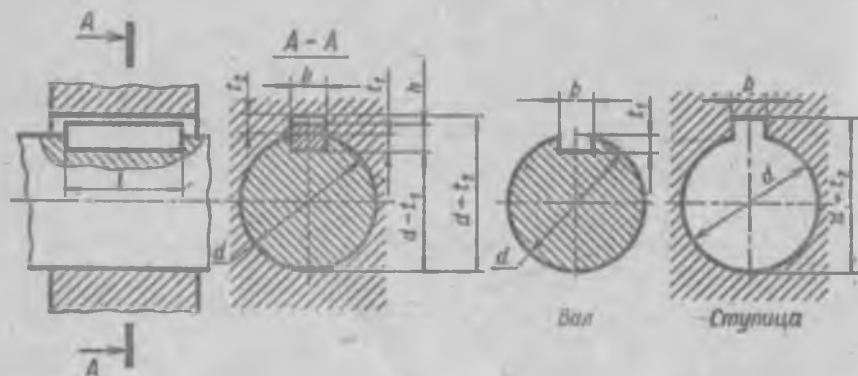


Рис. 214

Стандартные призматические шпонки условно обозначают на чертежах следующим образом: Шпонка А — $10 \times 8 \times 56$ СТ СЭВ 189—75. Это обозначение шпонки исполнения А, с размерами $b = 10$ мм, $h = 8$ мм, $l = 56$ мм. Шпонка тех же размеров исполнения С будет обозначена: Шпонка С — $10 \times 8 \times 65$ СТ СЭВ 189—75.

Если деталь, например блок зубчатых колес или кулачковая муфта, при вращении имеет периодическое осевое перемещение, то призматическая шпонка, соединяющая деталь с валом, должна быть привинчена к нему винтами. Эти шпонки, называемые направляющими, также стандартизированы. В таблице ГОСТ 8790—68 указаны размеры отверстий для винтов, их межосевые расстояния по длине шпонки, а также размер диаметра отверстия с резьбой, имеющегося у направляющей шпонки посередине.

Это резьбовое отверстие требуется для извлечения направляющей шпонки при разборке соединения. В этом случае в отверстие ввинчивается винт или болт, конец винта упирается в дно паза и шпонка из него легко вынимается.

Подобное назначение имеют нестандартные направляющие (скользящие) шпонки специальных форм (рис. 216) с цилиндрическими выступами, которые закладываются в отверстие одной из соединяемых деталей. Благодаря этим выступам шпонки при осевом перемещении второй детали остаются на месте.

При сравнительно коротких ступицах колес применяют стандартные сегментные шпонки (рис. 217), их размеры и размеры пазов приведены в ГОСТ 8794—68.

Условное обозначение сегментной шпонки с размерами $b = 6$ мм, $h = 43$ мм: Шпонка сегм. 6×13 ГОСТ 8794—68.

Стандартные клиновые шпонки (рис 218, а) применяют реже, так как после их установки получается небольшой перекося, создающийся при забивке шпонки в паз. Форма клиновой шпонки — скошенная с одной стороны призма, с уклоном 0,01. Клиновая шпонка устанавливается в пазы вала и втулки с боковыми зазо-

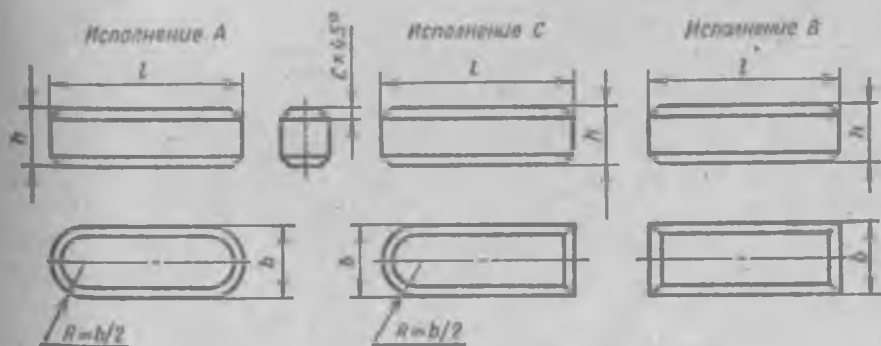


Рис. 215

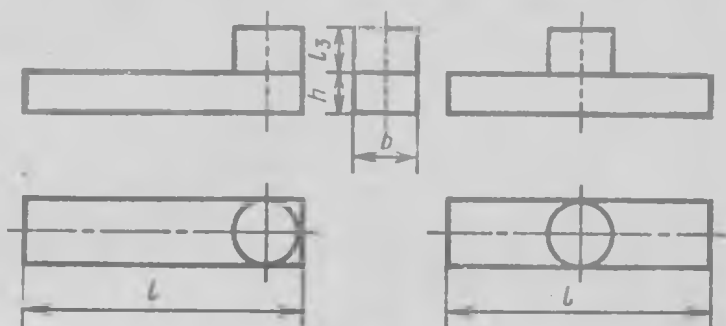


Рис. 216

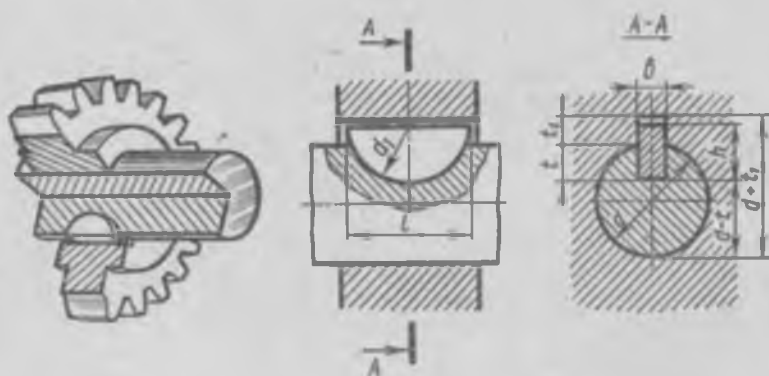


Рис. 217

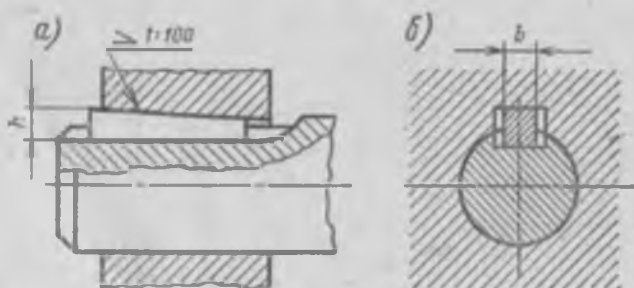


Рис. 218

рами (рис. 218, б). Форма, типы и размеры клиновых шпонок определены ГОСТ 8791—68, ГОСТ 8792—68 и ГОСТ 8793—68. Клиновые шпонки разделяют на закладные и забивные. У закладных шпонок могут быть (как и у призматических) или два закругленных торца (исполнение 1 по ГОСТ 8792—68), или один закругленный торец (исполнение 2), или два плоских торца (исполнение 3).

Кроме того, клиновые шпонки изготавливают с головками для забивки и извлечения шпонок из пазов (ГОСТ 8793—68).

Длина паза на валу и длина закладной шпонки — одинаковы. Эта шпонка закладывается в паз, а втулка колеса затем надвигается на вал и шпонку.

Паз на валу для забивной шпонки более длинный, чем сама шпонка, так как забивная шпонка вводится тогда, когда втулка колеса уже насажена на вал.

Пример условного обозначения клиновой шпонки исполнения 2 с размерами по ГОСТ 8792—68 $b = 12$ мм, $h = 8$ мм, $l = 80$ мм: Шпонка 2—12×8×80 ГОСТ 8792—68.

Шлицевые (зубчатые) соединения

Шлицевые или зубчатые соединения ступицы детали с валом или осью осуществляются посредством нескольких выступов (шлицев), выполненных как одно целое с валом, и соответствующих им пазов, прорезанных в ступице (рис. 219). Наличие большого числа шлицев, играющих роль шпонок, позволяет передавать при одинаковом со шпоночным соединением диаметре вала большие крутящие моменты. Кроме того, зубчатые соединения

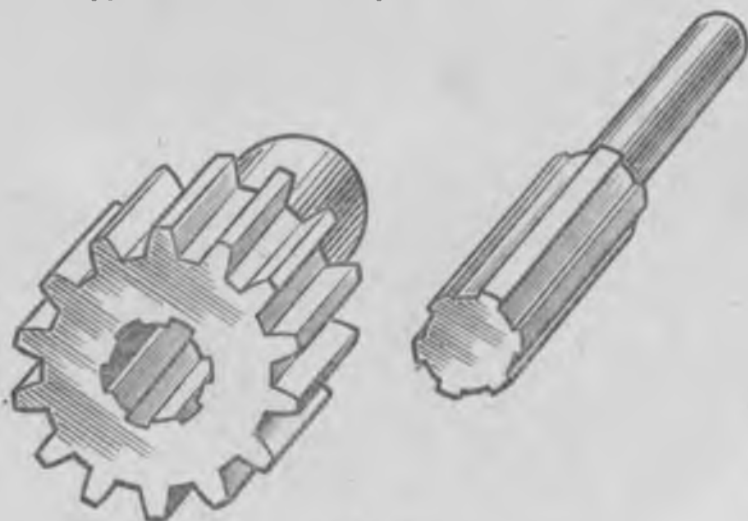


Рис. 219

обеспечивают надежное взаимное центрирование втулки и вала. Эти два положительных фактора способствуют широкому применению шлицевых соединений в конструкциях различных механизмов и машин.

Стандартные шлицевые соединения выполняют с прямобочным профилем (рис. 220, а) по СТ СЭВ 188—75 и эвольвентным профилем (рис. 220, б) по СТ СЭВ 268—76 на исходный контур и форму зубьев и СТ СЭВ 269—76 на номинальные диаметры, модули и числа зубьев. Изготавливаются шлицевые соединения с нестандартными профилями: трапецеидальным (рис. 220, в) и треугольным (рис. 220, г). Прямобочный профиль наиболее распространен. Его параметры: число зубьев, обозначаемое z , наружный диаметр D , внутренний диаметр d , ширина зуба b . В СТ СЭВ 188—75 предусмотрены различные сочетания параметров z , D и d . Каждому из них соответствует определенное значение b . В зависимости от параметров шлицевые прямобочные соединения разделены на три серии: легкую, среднюю и тяжелую.

Центрирование ступиц (втулок) колес на шлицевом валу происходит путем их контакта:

а) по внешнему диаметру шлицев D (рис. 221, а), при этом образуется радиальный зазор по внутреннему диаметру d шлицев;

б) по внутреннему диаметру d , при этом радиальный зазор будет по диаметру D (рис. 221, б);

в) по боковым сторонам шлицев, в этом случае радиальные зазоры имеются по обоим диаметрам D и d (рис. 221, в).

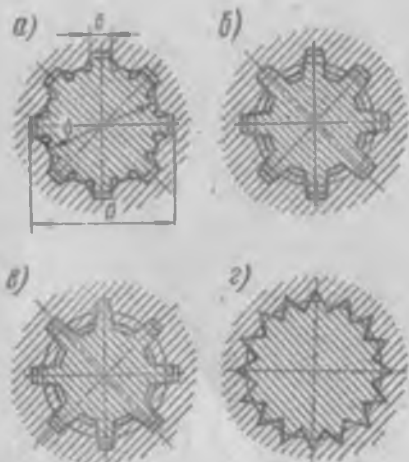


Рис. 220



Рис. 221

Условное обозначение шлицевого соединения вала и отверстия в ступице по ГОСТ 2.409—74 состоит из:

- обозначения поверхности центрирования, например при центрировании по наружному диаметру буквой D ;
- номинальных размеров и параметров соединения.

Пример условного обозначения зубчатого соединения с параметрами $z = 8$, $d = 42$ мм, $D = 48$ мм при центрировании по наружному диаметру (без обозначения предельных отклонений размеров): $D8 \times 42 \times 48$.

На учебных чертежах способ центрирования обычно не указывают.

Правила выполнения на рабочих чертежах условных изображений шлицевых соединений, их валов и отверстий в ступицах, а также правила выполнения рабочих чертежей отдельных деталей соединений (шлицевых валов и шлицевых ступиц колес) установлены СТ СЭВ 650—77 ЕСКД.

При изображении шлицевого вала главное изображение его должно иметь ось, параллельную основной надписи чертежа. Образующие шлицев по их наружному диаметру D , а также фаску на конце вала показывают сплошными основными линиями. Образующие шлицев по внутреннему диаметру d показывают сплошными тонкими линиями, которые должны пересекать границу фаски.

Границу между шлицевой и остальной поверхностью детали между зубьями полного профиля и сбегом показывают сплошными тонкими линиями (рис. 222).

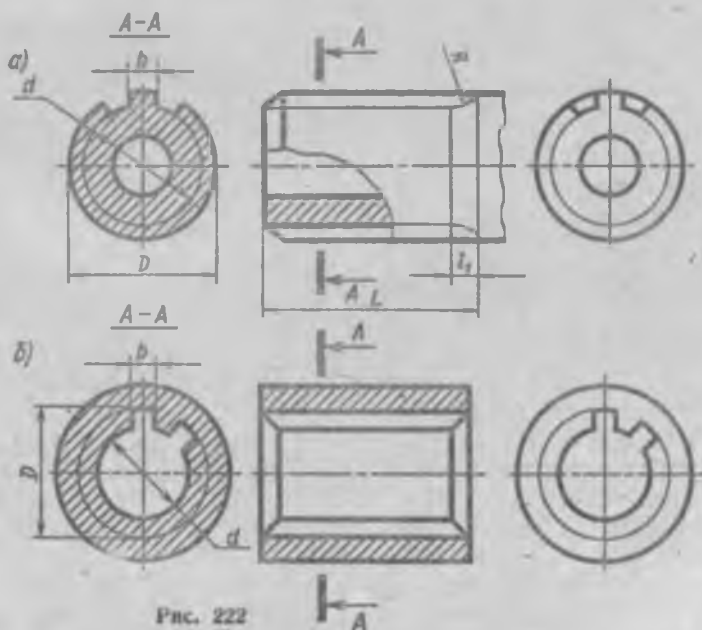


Рис. 222

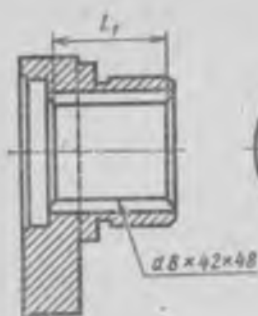


Рис. 223

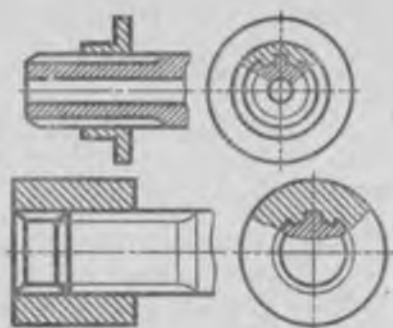


Рис. 224

На поперечных сечениях показывают сплошными основными линиями профиль одного зуба и двух впадин (рис. 220, а, б). На видах сбоку фаски не изображают. У вала на виде сбоку проводят сплошной основной линией окружность диаметром D , у отверстия — окружность диаметром d . У вала на виде сбоку сплошной тонкой линией чертят окружность диаметром d , а у ступицы — окружность диаметром D .

На рабочих чертежах шлицевых ступиц и валов указывают длину зубьев полного профиля l_1 до сбега (рис. 223). Допускается дополнительно приводить полную длину зубьев l (со сбегом), или наибольший радиус зуборезной фрезы $R_{\max}$, или длину сбега l_2 . Условное обозначение шлицев указывают на полке линии-выноски или в технических требованиях.

Параметры зубчатых соединений эвольвентного профиля имеют в СТ СЭВ 268—76, а правила их изображения приводятся в ГОСТ 2.409—74 ЕСКД.

Условное изображение шлицевого соединения с прямобочным профилем (в сборе) показано на рис. 224.

Соединения штифтами

Штифты выполняют в виде гладких стержней цилиндрической или конической формы (рис. 225, а), а также в виде разрезных цилиндрических трубок (рис. 225, б). Штифты применяют как для соединения деталей, передающих крутящие моменты, так и в качестве установочных, а также предохранительных при перегрузках.

Цилиндрические штифты применяют в качестве крепежных тогда, когда соединение неразъемное. При этом необходимо конец штифта закернить (рис. 226).

Конические штифты устанавливают в соединения, которые часто демонтируют (рис. 227).

Сплошные цилиндрические штифты изготовляют с размерами по ГОСТ 3128—70 (СТ СЭВ 238—75, СТ СЭВ 239—75), конические

с конусностью 1 : 50 — по ГОСТ 3129—70 (СТ СЭВ 238—75, СТ СЭВ 240—75).

На чертежах такие штифты имеют следующие условные обозначения:

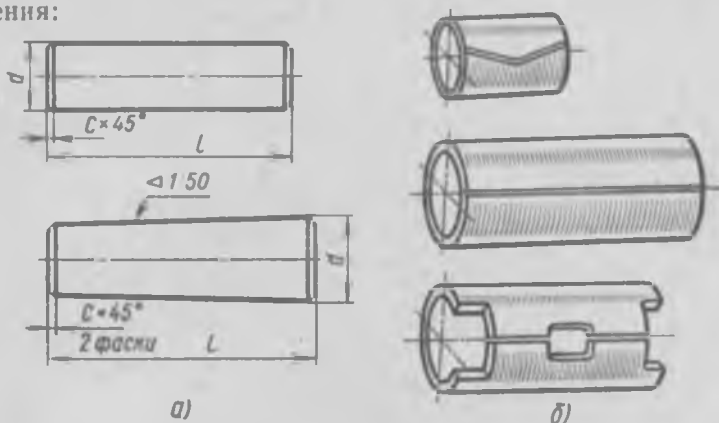


Рис. 225

а) цилиндрические: Штифт 10×60 ГОСТ 3128—70 (СТ СЭВ 238—75, СТ СЭВ 239—75), где 10 — диаметр, 60 — длина штифта в миллиметрах;

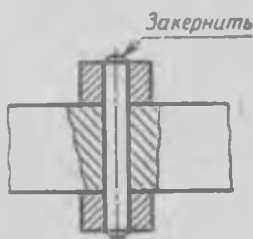


Рис. 226

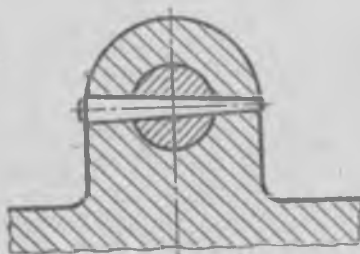


Рис. 227

б) конические: Штифт 6×25 ГОСТ 3129—70 (СТ СЭВ 238—75, СТ СЭВ 240—75).

В этом обозначении: 6 — наименьший диаметр, 25 — длина штифта в миллиметрах.

Для удобства разборки соединения штифт одним концом вводят туго (с натягом) в глухое отверстие одной из соединяемых деталей. Тогда при разборке соединения штифт останется в этой детали.

§ 33. ИЗОБРАЖЕНИЕ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

СОЕДИНЕНИЕ ЗАКЛЕПКАМИ

Соединения деталей заклепками применяют во многих конструкциях, например, фермах мостов и кранов, самолетах, ковшах экскаваторов (рис. 228) и др.



Рис. 228

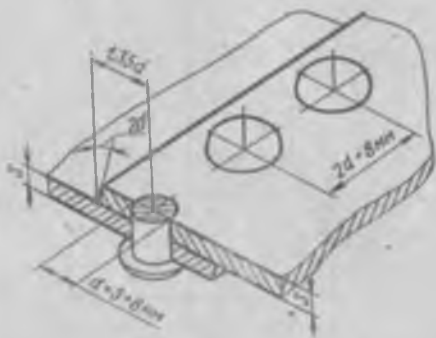


Рис. 229

Заклепка имеет форму цилиндрического стержня с головкой. Головка может быть сферической или полукруглой (стандартизированы по ГОСТ 10299—68), конической или потайной (ГОСТ 10300—68) и другой формы.

Перед постановкой заклепок в соединяемых деталях сверлят или пробивают отверстия диаметром несколько большим диаметром стержня заклепки. Диаметр отверстия выбирают по таблице в ГОСТ 11284—75.

Нагретую (или без нагрева при небольших диаметрах) заклепку вводят в отверстие и расклепывают ее конец обжимкой клепального молотка.

Заклепочные соединения имеют швы двух типов: внахлестку (рис. 229) и встык с накладками (рис. 230). По расположению заклепок в швах швы делятся на однорядные (см. рис. 229) и многорядные (см. рис. 230). В рядах заклепки могут размещаться или в шахматном порядке (см. рис. 230) или параллельно.

Наибольшее распространение имеют стандартные заклепки нормальной точности изготовления со сферической (полукруглой) головкой. Пример ее условного обозначения на чертежах: заклепка 6×24 ГОСТ 10299—68, где 6 — диаметр стержня заклепки в миллиметрах; 24 — длина стержня в миллиметрах.

Для соединения деталей из сравнительно мягких материалов (картона, полимерных материалов, кожи и др.) применяют стандартные пустотелые (трубчатые) заклепки по ГОСТ 12638—67... 12644—67 (рис. 231).

Рабочие чертежи заклепочного соединения по ГОСТ 2313—68 ЕСКД допускается оформлять упрощенно. Расположение заклепок в швах показывают условно (рис. 232), а на разрезе закле-

Рис. 230

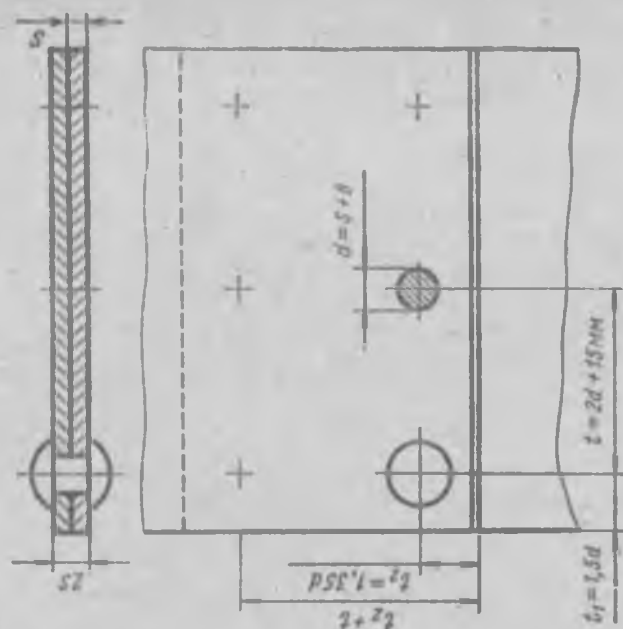


Рис. 232

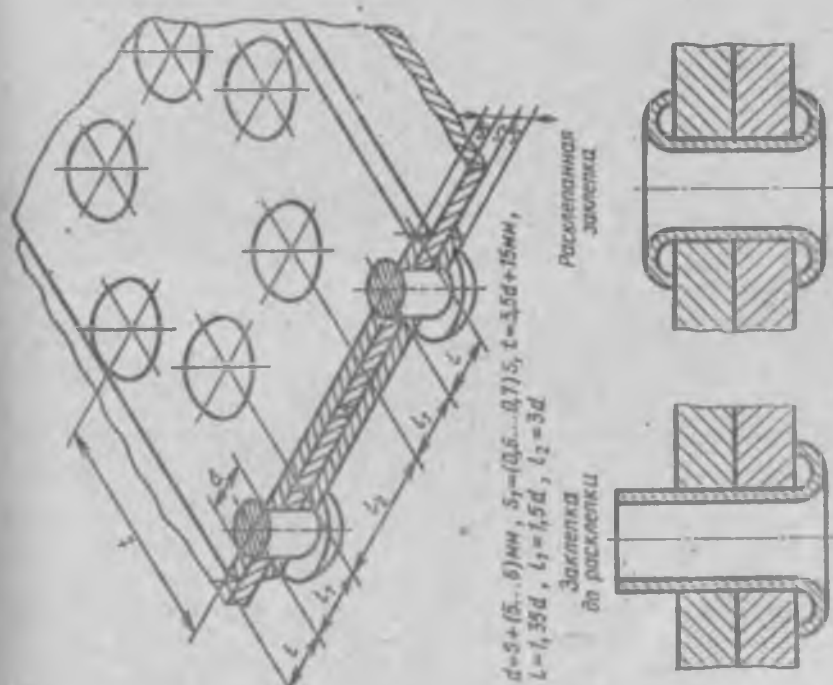


Рис. 231

почного соединения изображают подробно только одну заклепку в начале шва. На рис. 232 показан чертеж заклепочного соединения с необходимыми размерами.

Соединения сваркой

Соединения деталей путем сварки широко распространены в современном машиностроении. Сварка заменяет соединение заклепками, упрощает и уменьшает трудоемкость технологических процессов. С помощью сварки можно получить изделия сложной формы из деталей стандартного прокатного профиля (листа, уголка, швеллера, тавра и т. д.).

Способы сварки

Сварка — процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместным действием того и другого (ГОСТ 2601—74 «Сварка металлов. Основные понятия. Термины и определения»).

Классификация способов сварки приведена в ГОСТ 19521—74. В соответствии с этим стандартом виды сварки классифицируют по основным физическим, техническим и технологическим признакам.

К физическим признакам относят:

— форму энергии для образования сварного соединения (определяет класс сварки);

— вид источника энергии (определяет вид сварки).

Классификация сварки по физическим признакам дана в табл. 7.

Таблица 7

Класс сварки	Вид сварки
Термический (сварка плавлением с использованием тепловой энергии)	Дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, ионно-лучевая, тлеющим разрядом, световая, индукционная, газовая, термитная, плазменно-лучевая, литейная
Термомеханический (сварка с использованием тепловой энергии и давления)	Контактная, диффузионная, индукционно-прессовая, газопрессовая, термокомпрессионная, дугопрессовая, шлакопрессовая, термитно-прессовая, печная
Механический (сварка с использованием механической энергии)	Холодная, взрывом, ультразвуковая, трением, магнитно-импульсная

По техническим признакам сварку классифицируют:

— по способу защиты металла в зоне сварки (в воздухе; в вакууме; в защитных газах — активных, инертных; под флюсом; в пене и др.);

— по непрерывности процесса (непрерывная, прерывистая);

— по степени механизации (ручная, механизированная, автоматизированная, автоматическая).

По техническим признакам классифицируют отдельно сварку каждого вида.

Рассмотрим два примера:

1. Дуговая сварка по технологическим признакам имеет 41 вид. Виды сварки подразделяют в зависимости от:

— вида электрода (плавящийся, неплавящийся, металлический, неметаллический электрод);

— вида дуги (свободная, сжатая дуга);

— рода сварочного тока (постоянный, переменный);

— применения присадочного материала (с присадочным материалом, без присадочного материала) и т. д.

2. Световая сварка классифицируется по технологическим признакам:

— по виду источника света (солнечная, лазерная, искусственным источником света);

— по колебаниям светового луча (продольные, поперечные, сложные, без колебаний) и т. д.

Условные изображения и обозначения стандартных швов сварных соединений

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312—72 ЕСКД.

Сварной шов независимо от способа сварки изображают на чертеже соединения: видимый — сплошной основной линией и невидимый — штриховой линией. От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рис. 233). При точечной сварке видимую одиночную сварную точку изображают знаком «+». Невидимые одиночные точки не изображают.

ГОСТ 5264—69 определяет типы швов сварных соединений деталей из углеродистых сталей, выполненных ручной дуговой сваркой.

Сварные соединения деталей из сплавов алюминия выполняют по ГОСТ 14806—69. Сварные швы для соединения деталей из полимеров (винипласта и полиэтилена) регламентируются ГОСТ 16310—70.

В зависимости от расположения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений;

1) стыковое, обозначаемое буквой С, при котором свариваемые детали соединяются своими торцами (см. рис. 233);

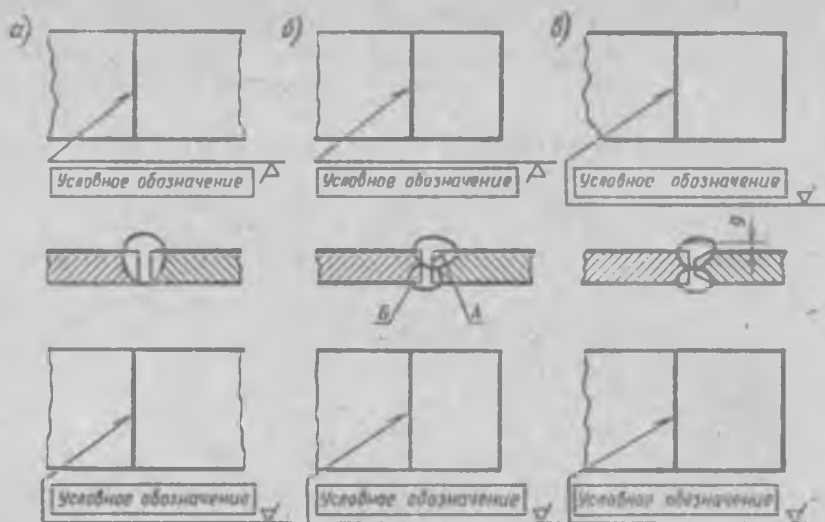


Рис. 233

2) угловое (У), при котором свариваемые детали располагаются под углом, чаще всего равным 90° , и соединяются по кромкам (рис. 234, в);

3) тавровое (Т), при котором торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали;

4) нахлесточное (Н), при котором боковые поверхности одной детали частично перекрывают боковые поверхности другой (рис. 234, а, б).

Кромки деталей, соединяемых сваркой, могут быть различно подготовлены под сварку в зависимости от требований, предъявляемых к соединению. Подготовка может быть выполнена:

- 1) с отбортовкой кромок;
- 2) без скоса кромок (см. рис. 233, а);
- 3) со скосом одной кромки (см. рис. 233, б);
- 4) с двумя скосами одной кромки (см. рис. 233, в);
- 5) с двумя скосами двух кромок.

Скосы бывают симметричные и асимметричные, прямолинейные и криволинейные.

По характеру расположения швы делятся на односторонние и двусторонние (см. рис. 233, б, в). Швы могут быть сплошные (рис. 234, а, б) и прерывистые (рис. 234, в, г). Прерывистые швы определяются длиной провариваемых участков l с шагом t (рис. 234). Прерывистые швы, выполненные с двух сторон, могут располагаться своими участками l в шахматном (рис. 234, г) или цепном порядке (рис. 234, в).

Швы в поперечном сечении выполняются нормальными с усилением величиной g (см. рис. 233, в). Многие типы швов (тавровые, угловые и нахлесточные) характеризуются величиной ка-

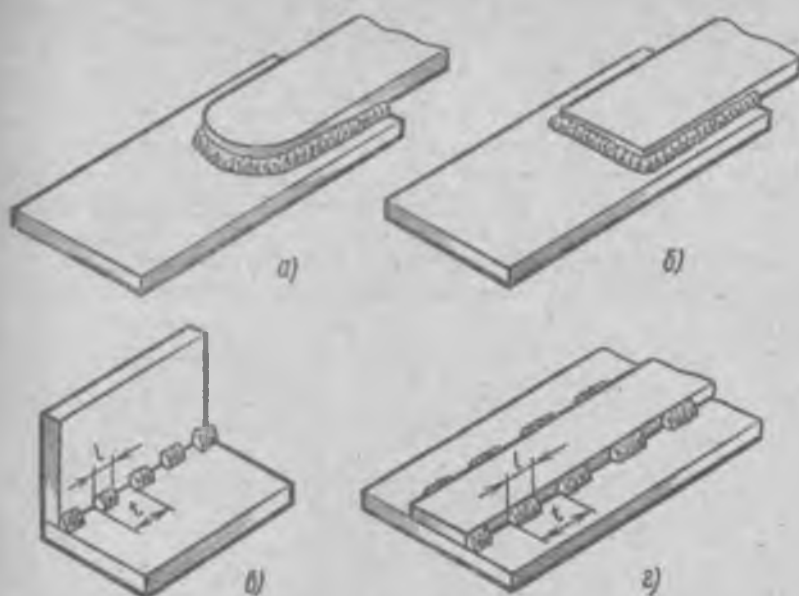


Рис. 234

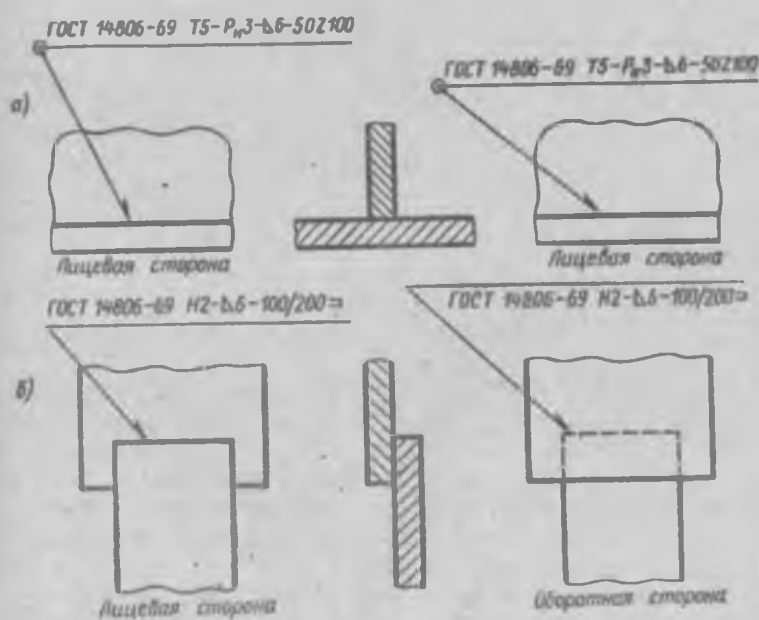


Рис. 235

тета K треугольного поперечного сечения шва. Условное буквенно-цифровое обозначение стандартного шва будет иметь вид: С1, С2, С3 ..., У1, У2, У3 ..., Т1, Т2, Т3 ..., Н1, Н2, Н3 и т. д.

На изображении сварного шва различают лицевую и оборотную стороны. За лицевую сторону одностороннего шва принимают ту сторону, с которой производится сварка. Лицевой стороной двустороннего шва с несимметричной подготовкой (скосом) кромок будет та сторона, с которой производят сварку основного шва (рис. 235). Если же подготовка кромок симметричная, то за лицевую сторону принимают любую.

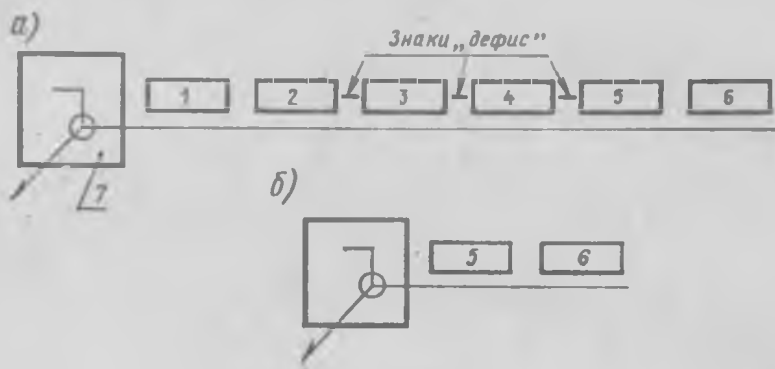


Рис. 236

На чертежах сварного соединения каждый шов имеет определенное условное обозначение, которое наносят над или под полкой линии-выноски, проводимой от изображения шва. Условное обозначение лицевых швов наносят над полкой линии-выноски. Условное обозначение оборотных швов наносят под полкой линии-выноски. Это обозначение по ГОСТ 2.312-72 (см. рис. 235) имеет следующую структуру (рис. 236, а):

1. Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

2. Буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

3. Условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (допускается не указывать).

4. Знак $\triangle$ и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

5. Для прерывистого шва — размер длины провариваемого участка, знак / (для цепного шва) или Z (для шахматного шва) и размер шага.

Для одиночной сварной точки — размер расчетного диаметра точки.

Для шва контактной точечной сварки или электрозаклепочного — размер расчетного диаметра точки или электрозаклепки; знак / или Z и размер шага.

Для шва контактной роликовой сварки — размер расчетной ширины шва.

Для прерывистого шва контактной роликовой сварки — размер расчетной ширины шва, знак умножения, размер длины провариваемого участка, знак / и размер шага.

6. Вспомогательные знаки:

-  — шов по незамкнутой линии;
-  — наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу;
-  — усиление шва снять.

7. Вспомогательные знаки:

-  — шов по замкнутой линии;
-  — шов выполнить при монтаже изделия.

После вспомогательных знаков, если указана последующая механическая обработка шва, ставят обозначение шероховатости поверхности обработанного шва. Вспомогательные знаки выполняют тонкими сплошными линиями, они должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

Примеры условных обозначений швов представлены на рис. 235. Так как условное обозначение стандартного шва дает его полную характеристику, то на поперечных сечениях швов подготовку кромок, зазор между кромками и контур сечения шва не указывают. При этом смежные сечения свариваемых деталей штрихуют в разных направлениях (см. рис. 235).

Условное обозначение стандартного сварного шва, показанное на полке линии-выноски на рис. 235, а, расшифровывается так: шов таврового соединения (буква Т), без скоса кромок (цифра 5), прерывистый с шахматным расположением элементов, выполненный ручной дуговой сваркой в защитных газах неплавящимся металлическим электродом по замкнутой линии (Pn3 — обозначение способа сварки); катет сечения шва — 6 мм; длина каждого проваренного участка — 50 мм, шаг — 100 мм (50Z100).

Для швов с нестандартной формой и размерами структура условного обозначения более простая (рис. 236, б).

В учебной практике по курсу машиностроительного черчения при выполнении эскизов или рабочих чертежей сварных изделий многие данные конструктивной характеристики швов не указывают (например, условное обозначение способа сварки, некоторые вспомогательные знаки из табл. ГОСТ 2.312—72). Обозначение стандартных швов упрощается, например, наносят только бук-

венно-цифровое обозначение шва, размер катета его поперечного сечения и номер стандарта, как показано на рис. 237.

Обозначение стандартного сварного шва при соединении двух деталей (пластин) из винипласта ГОСТ 16310—70-С10-НГП состоит из номера стандарта на типы и конструктивные элементы швов деталей из винипласта и полиэтилена, обозначения стыкового, двустороннего шва с двумя симметричными скосами кромок (С10) и обозначения способа сварки нагревом газом с присадкой (допускается не указывать).

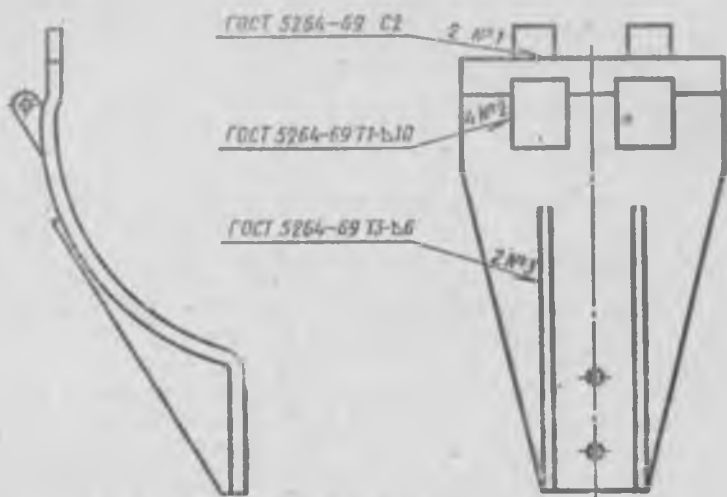


Рис. 237

Некоторые упрощения в обозначении сварных швов

Если в сварном соединении есть швы одинаковые по типу и поперечному сечению и к ним предъявлены одни и те же технические требования, то их условное обозначение на чертеже наносят только у одного шва. На наклонной части линии-выноски этого шва указывают число швов и номер, присвоенный этой группе швов. А от остальных одинаковых швов проводят только линии-выноски с полками. Порядковый номер, присвоенный всем одинаковым швам, размещают над или под полкой линии-выноски, проведенной от изображения сварного шва.

Если все швы на данном чертеже одинаковы и изображены с одной стороны, допускается их не обозначать порядковыми номерами, проводя только одни линии-выноски без полок. В подобных случаях при симметричном изображении соединения разрешается отмечать швы линиями-выносками на одной из симметричных частей изделия (см. рис. 237).

Изображение соединений пайкой и склеиванием

Пайка, как и сварка, осуществляется различными способами. Существует, например, высокотемпературная и низкотемпературная, капиллярная, контактно-реактивная, диффузионная пайка и др. (подробности см. в ГОСТ 17325—79 «Пайка. Термины и определения»).

Швы неразъемных соединений, получаемые пайкой или склеиванием, изображают условно по ГОСТ 2.313—68. Припой или клей в разрезах и на видах изображают линией в 2 раза толще сплошной основной линии (рис. 238). Для обозначения пайки или

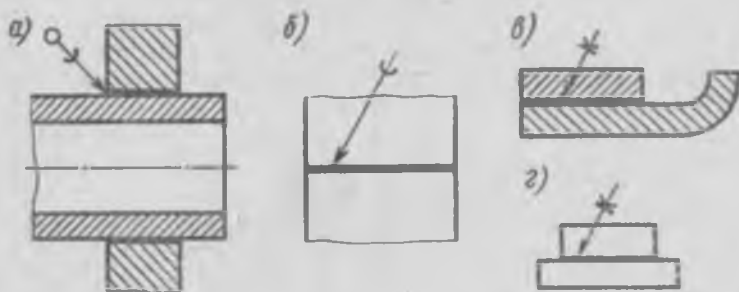


Рис. 238

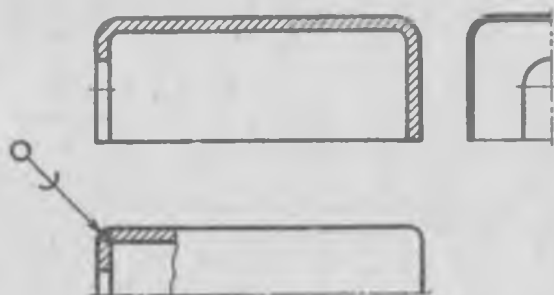


Рис. 239

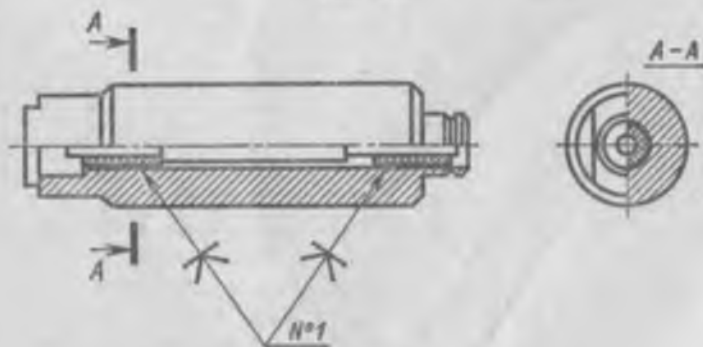


Рис. 240

склеивания применяют условные знаки, которые наносят на наклонном участке линии-выноски сплошной основной линией (обозначение пайки см. на рис. 238, а, б, обозначение склеивания — на рис. 238, в, г).

Швы, выполненные пайкой или склеиванием по замкнутому контуру (периметру), обозначают линией-выноской, заканчивающейся окружностью диаметром 3 ... 4 мм (рис. 238, а). На производственных чертежах при изображении паяного соединения указывают, при необходимости, размеры шва и обозначения шероховатости поверхности.

Марку припоя или клея приводят в технических требованиях с указанием на полке линии-выноски номера пункта технических требований. Подробности изображений швов неразъемных соединений, получаемых пайкой, склеиванием и сшиванием, имеются в ГОСТ 2.313.68.

Примеры выполнения рабочих чертежей изделий (без размеров), выполненных пайкой и склеиванием, приведены на рис. 239 и 240. На рис. 239 представлен рабочий чертеж кожуха, а на рис. 240 — рабочий чертеж рукоятки для настройки шупа.

ГЛАВА VI

ИЗОБРАЖЕНИЕ ПЕРЕДАЧ И ИХ ДЕТАЛЕЙ

Современные машины или приборы большей частью состоят из двигательных, передаточных и исполнительных механизмов.

Источником движения машины могут служить электрические, пневматические, гидравлические и другие двигатели. Движение от какого-либо ведущего звена механизма передается к ведомому звену с помощью различных передаточных механизмов. В качестве передач широко используются плоские и пространственные стержневые и кулачковые механизмы, механизмы прерывистого действия, зубчатые передачи и др.

В этой главе главным образом рассматривается изображение зубчатых передач и их деталей (для вращательного и поступательного движения).

§ 34. ВИДЫ ПЕРЕДАЧ

Передачи по принципу их действия разделяются на:

- 1) передачи трением:
 - а) с непосредственным соприкосновением деталей передач (фрикционные);
 - б) с гибкой связью (ременные);
- 2) передачи зацеплением:
 - а) с непосредственным соприкосновением деталей передач (зубчатые и червячные);
 - б) с гибкой связью (цепные).

Передачи трением

Фрикционные передачи. В этих передачах вращение передается от одного катка (ведущего) к другому катку или диску (ведомому) силами трения ободов друг о друга (рис. 241, а, б). Несмотря на простоту конструкции, эти передачи редко применяются в машиностроении, так как имеют существенные недостатки, к которым относятся проскальзывание катков или дисков относительно друг друга, небольшая передаваемая мощность, необходимость специальных нажимных устройств для прижатия катков друг к другу.

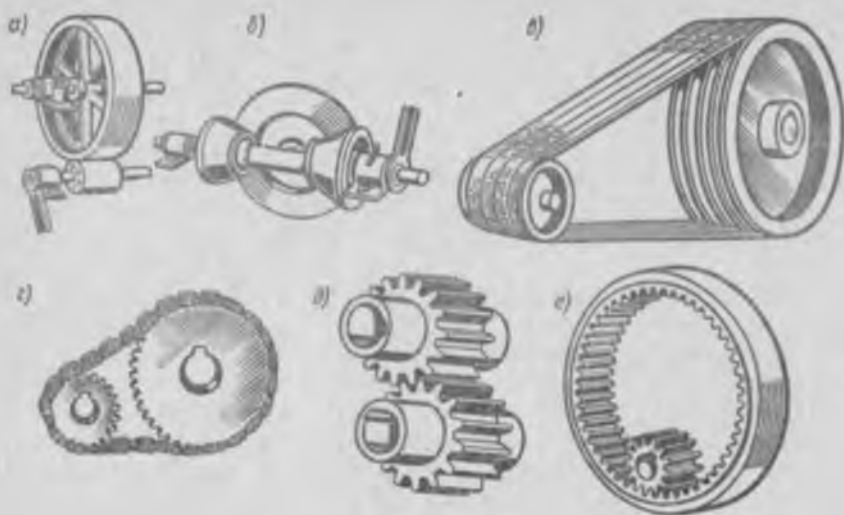


Рис. 241

Ременная передача между двумя валами (рис. 241, в) осуществляется ремнем, надетым с предварительным натяжением на шкивы, закрепленные на этих валах. Движение от одного вала к другому передается при помощи сил трения между ремнем и ободом шкива.

Передачи зацеплением

Эти механизмы применяют для передачи вращательного движения между валами с параллельными, пересекающимися и перекрещивающимися осями, а также для преобразования вращательного движения в поступательное (или обратно).

Цепная передача (рис. 241, г) осуществляется устанавливаемыми на валах ведущим и ведомым зубчатыми колесами, называемыми звездочками, и охватывающей их зубья приводной цепью.

Зубчатая передача между параллельными валами осуществляется цилиндрическими зубчатыми колесами, основания зубьев которых расположены на поверхности прямого кругового цилиндра. Передача может быть как с внешним зацеплением зубьев (рис. 241, д), так и с внутренним (рис. 241, е).

При пересекающихся геометрических осях валов применяют конические зубчатые колеса (рис. 242, а, б, в).

Реечная зубчатая передача служит для преобразования вращательного движения в поступательное. Она состоит из цилиндрического зубчатого колеса и зубчатой рейки (рис. 242, г).

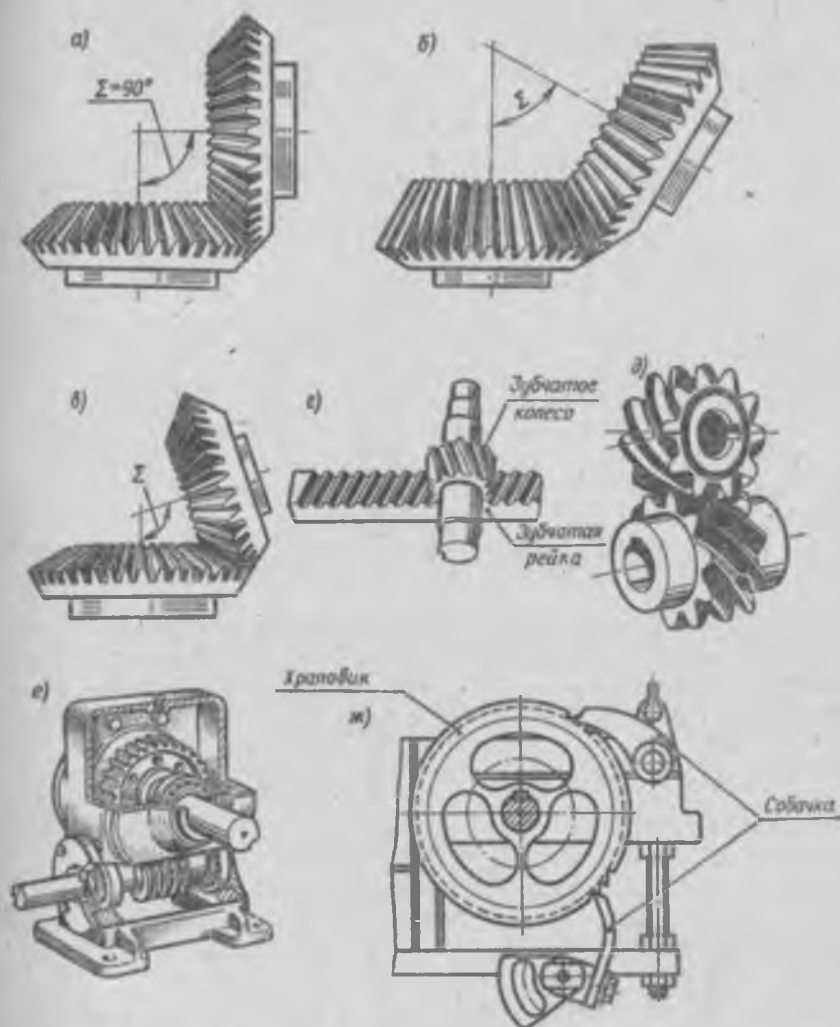


Рис. 242

Зубчатая передача наиболее распространена в машиностроении.

Червячная передача применяется для передачи вращательного движения между скрещивающимися валами. Она состоит из червяка (винта с трапецидальной или иного профиля резьбой) и червячного колеса (рис. 242, е).

Храповой механизм (рис. 242, ж) состоит из зубчатого колеса, называемого храповиком, с зубьями особой формы и собачки, входящей своим концом во впадину между зубьями. Этот механизм допускает вращение вала, на котором закреплен храповик,

только в одном направлении; обратному вращению препятствует собачка. Храповой механизм применяется также для сообщения валу периодического (с небольшими перерывами) вращения.

§ 35. ЭЛЕМЕНТЫ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Терминология, определения и обозначения элементов зубчатых передач даны в ГОСТ 16530 — 70 и ГОСТ 16531 — 70, их условные изображения на чертежах — в ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76), а изображения колес на рабочих чертежах деталей — в ГОСТ 2.403—75 и ГОСТ 2.405—75.

Зубчатое колесо любой зубчатой передачи, которое сообщает вращение второму колесу (парному), называется ведущим, а второе колесо — ведомым. Колесо передачи с меньшим числом зубьев называется шестерней, а с большим — колесом. Если числа зубьев ведущего и ведомого колес одинаковы, то шестерней называется ведущее колесо. Если передача состоит из одной пары колес, она именуется одноступенчатой, если из нескольких пар, — многоступенчатой.

По расположению зубьев относительно оси колеса различают прямозубые и косозубые колеса (зубья расположены под углом к оси).

Зуб шестерни или колеса — основной рабочий элемент. Размеры зуба и его элементы определяет так называемая делительная поверхность (например, цилиндрическая или коническая), которая на комплексных чертежах проецируется в виде делительной окружности с делительным диаметром, обозначаемым d по ГОСТ 16530—70 (рис. 243).

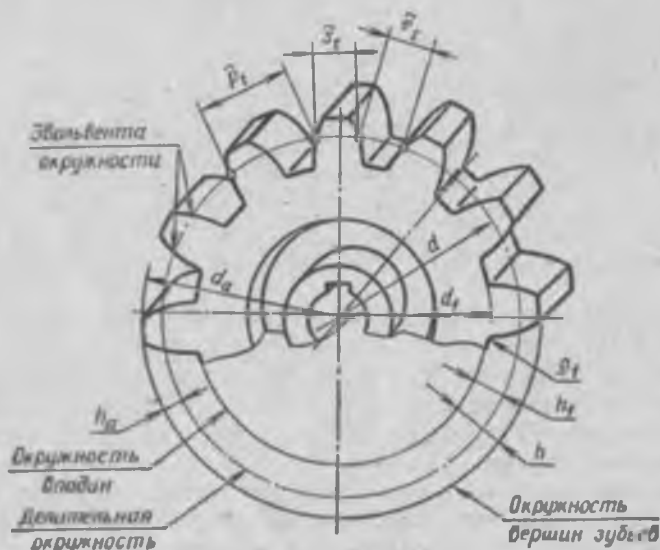


Рис. 243

Соосная поверхность, отделяющая зубья от тела зубчатого колеса, называется *поверхностью впадин* зубчатого колеса. Соосная поверхность, ограничивающая зубья со стороны, противоположной телу зубчатого колеса, называется *поверхностью вершин* зубьев. Соответственно этим поверхностям различают концентрические окружности вершин зубьев зубчатого колеса с диаметром d_a и впадин с диаметром d_f (см. рис. 243).

По делительной окружности откладывают:

а) окружной делительный шаг зубьев p_t , представляющий собой расстояние между одноименными профилями соседних зубьев по дуге делительной окружности. Таких шагов можно отложить столько, сколько зубьев z имеет колесо, иначе говоря, отрезки, равные шагу p_t , делят делительную окружность на z частей (отсюда название ее — делительная). Так как число зубьев z и шаг p_t зубчатого колеса постоянны, то делительная окружность у каждого колеса единственная;

б) окружную толщину зуба s_t и окружную ширину впадины e_t ; $s_t = e_t$ (если не учитывать небольшой боковой зазор).

Когда рассматривается зацепление пары колес (сопрягаемых), то вводится понятие о их так называемых начальных окружностях.

Если вообразить, что у двух цилиндрических зацепляющихся колес (рис. 244) зубья постепенно уменьшаются пропорционально по высоте и толщине (как показано на рис. 244, а), а условия зацепления (частоты вращения колес, делительные диаметры и межосевое расстояние) остаются постоянными, то при уменьшении размеров зубьев до бесконечно малой величины зубчатые колеса трансформируются (превратятся) в гладкие цилиндры, вращающиеся от трения друг о друга (без проскальзывания). Цилиндры-катки полученной фрикционной передачи называются начальными, их диаметры по ГОСТ 16530—70 обозначают d_w .

Таким образом, начальные окружности двух зацепляющихся зубчатых колес — это воображаемые окружности двух гладких цилиндрических катков, которые при вращении колес перекатываются друг по другу без скольжения, причем частоты вращения n как рассматриваемой пары зубчатых колес, так и пары катков одинаковые.

Начальная поверхность делит зуб по его высоте h на две неравные части: головку высотой h_a и ножку высотой h_f (см. рис. 243). При монтаже зубчатой передачи абсолютно точно выдержать межосевое расстояние a_w практически невозможно (имеются нормы отклонений размеров a_w), и делительные окружности колес, большей частью, не касаются друг друга. Следовательно, различие понятий *делительная окружность* и *начальная окружность* состоит в том, что *начальные окружности всегда касаются друг друга в точке Р, называемой полюсом зацепления зубчатой передачи, а делительные — могут не касаться.*

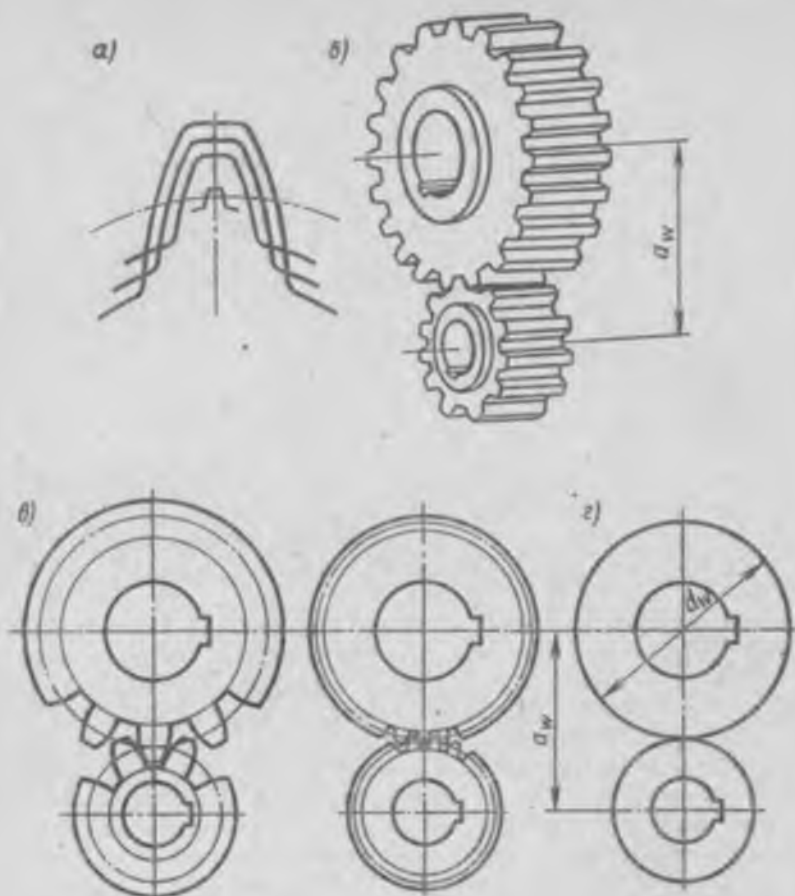


Рис. 244

Помимо этого, если одно (большей частью ведущее) колесо зацепляется одновременно не с одним (ведомым), а с двумя, тремя и большим числом колес (как, например, колесо с числом зубьев z_1 на рис. 245), то у ведущего колеса будет: только одна делительная окружность и две, три и большее число начальных окружностей.

В редких случаях делительная и начальная окружность колеса совпадают. У отдельно рассматриваемого или изображаемого на рабочем чертеже зубчатого колеса имеется только делительная окружность; на сборочных же чертежах колес показывают только их начальные окружности.

Основным расчетным параметром зубчатого зацепления является модуль зацепления

$$m = \frac{p_t}{\pi}. \quad (I)$$

Так как длина делительной окружности $\pi d = p_t z$, где z — число зубьев колеса, то

$$d = mz. \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) вытекают два определения модуля: или как отношения окружного шага к π , или как числа миллиметров делительного диаметра d , приходящихся на один зуб. Числовые величины модулей для многих видов зубчатых передач (цилиндрических, конических) стандартизированы по ГОСТ 9563—60 (СТ СЭВ 310—76), в котором приведены два ряда значений m (предпочтительны величины m из первого ряда).

В табл. 8 дана выдержка из ГОСТ 9563—60 (СТ СЭВ 310—76).

Конструктор зубчатой передачи рассчитывает величину модуля, исходя из условий нагрузки зубьев и других факторов, и после расчета подбирает по таблице ГОСТа ближайшее значение m .

Зная величину m и пользуясь формулами зависимости размеров элементов зубьев и колеса от m и других величин, можно подсчитать размеры элементов (см. с. 177).

Боковые стороны профиля зуба шестерни или колеса должны быть очерчены, как известно из механики, по кривым линиям, у которых нормаль, проведенная через точку касания профилей зубьев зацепляющихся колес, при любом их положении всегда

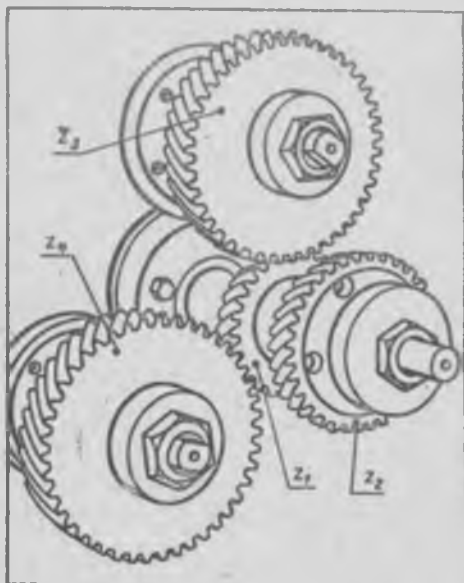


Рис. 245

Таблица 8

Ряд	$m, \text{ мм}$												
	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	20
1	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	20
2	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	22

должна проходить через одну точку P , называемую полюсом зацепления. Эта точка P лежит на линии, соединяющей центры двух колес (рис. 246).

При этом условии один из двух сопрягающихся профилей колес можно очертить произвольной кривой. Практически же, чтобы обеспечить возможность изготовления зуборежущих инструментов, профили нарезаемых зубьев выполняются по *эвольвенте*

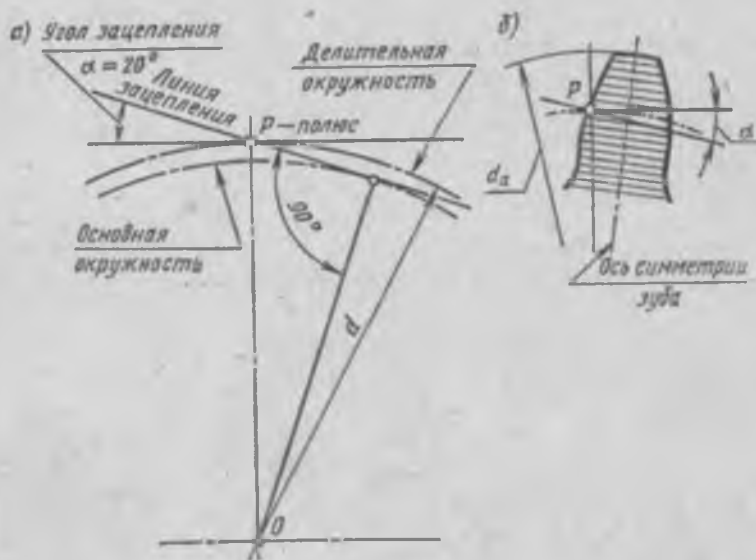


Рис. 246

(развертке окружности), циклоидальным кривым или дугам окружности. Наиболее распространен эвольвентный профиль, при котором линия зацепления зубьев (геометрическое место касания их сопряженных профилей) является производящей прямой и поэтому при зубонарезании на станке можно пользоваться очень простым инструментом: гребенкой (инструментальной рейкой) или долбяком (инструментом-шестерней).

В нормальном эвольвентном зацеплении линия зацепления расположена под углом зацепления (углом между этой линией и прямой, перпендикулярной линии, соединяющей центры колес) $\alpha = 20^\circ$ (см. рис. 246).

Эвольвентные профили зубьев помимо простоты технологии изготовления имеют и другие преимущества по сравнению с циклоидальными: меньше изнашиваются и допускают при монтаже значительно большее отклонение от межосевого расстояния a_w без ущерба для зацепления.

§ 36. КОНСТРУКТИВНЫЕ ФОРМЫ, МАТЕРИАЛЫ И СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Широкое применение зубчатых передач обусловливает многообразие конструктивных форм зубчатых колес.

Увеличение геометрических размеров колеса приводит к усложнению его конструкции. Наиболее просты по конструктивному исполнению зубчатые колеса малого диаметра. Они представляют собой сплошной цилиндр с зубьями и отверстием для посадки на вал (рис. 247, а). В колесах больших диаметров обод и ступица колеса соединяются между собой с помощью диска с отверстиями. Для обеспечения жесткости диск может быть выполнен с ребрами (рис. 247, б). Обод и ступица колес значительных размеров соединяются с помощью спиц различной формы сечения: круглых, прямоугольных, крестообразных и др. (рис. 247, в). Подобные колеса для удобства монтажа иногда выполняются из двух частей, соединяемых болтами.

В некоторых механизмах применяют внутреннее зацепление. Колеса для таких передач выполняются в виде массивного обода

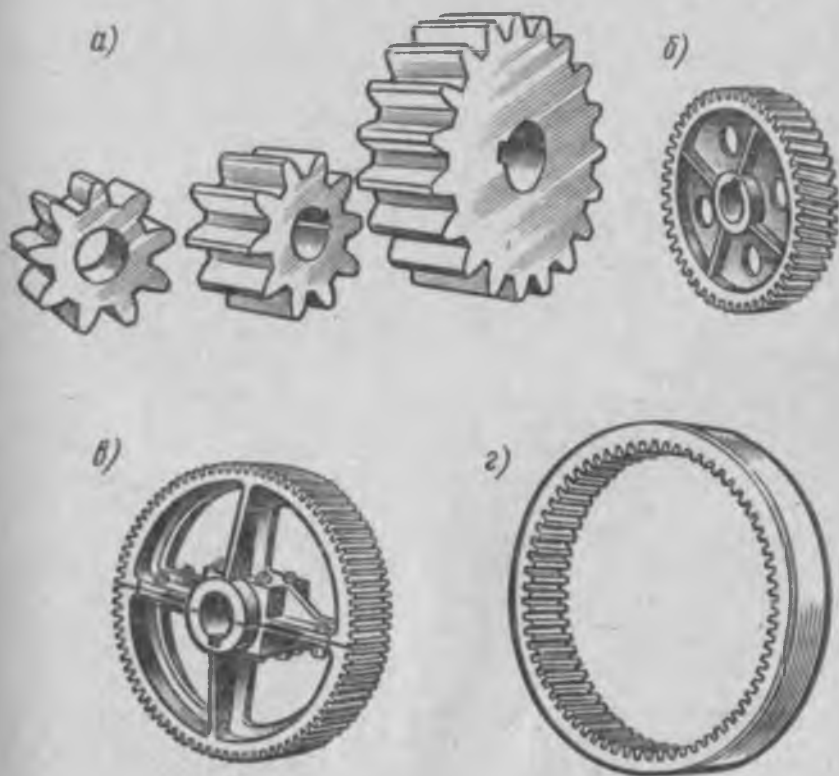


Рис. 247

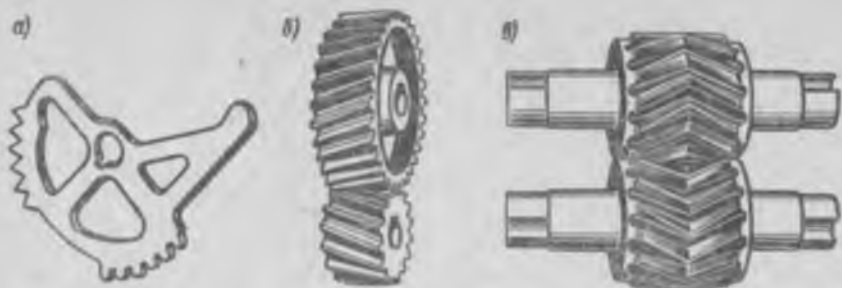


Рис. 248

(венца) с зубьями внутри (рис. 247, г), который большей частью запрессовывается во вращающийся барабан или в неподвижный корпус, как у планетарных редукторов.

Когда требуется осуществлять в механизмах поворот вала только на некоторый угол, применяют зубчатые секторы с самыми разнообразными формами в области между ободом и ступицей (рис. 248, а).

Для экономии ценных материалов и удобства замены изношенных зубьев зубчатый венец привертывают болтами к остальной части колеса, выполняемой из дешевых материалов (чугуна, углеродистой стали обычного качества и др.).

Если требуется установка бесшумной и плавной зубчатой передачи, то применяют *косозубые* (рис. 248, б) и *шевронные* колеса. Шевронное колесо можно рассматривать как соединение двух косозубых колес с разным направлением зубьев (рис. 248, в).

При пересекающихся геометрических осях валов устанавливают *конические* зубчатые передачи: *прямозубые* (рис. 249, а), у которых зуб имеет направление вдоль образующей конической поверхности, на которой он расположен, с тангенциальными зубьями (рис. 249, б), с круговыми (рис. 249, в) и другой формы зубьями.

В особых случаях применяются зубчатые передачи с деталями других, специальных форм, например *реечная передача*, состоя-

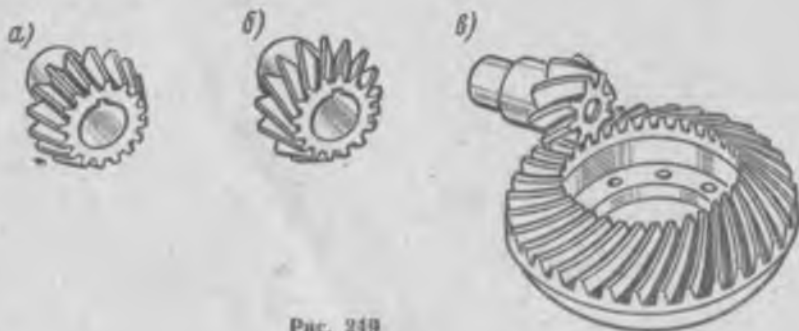


Рис. 249

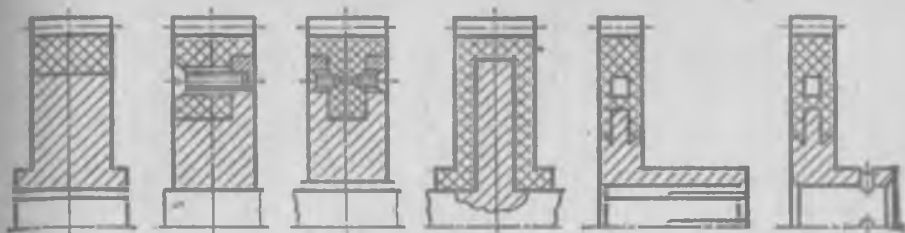


Рис. 250

шая из цилиндрической зубчатой шестерни и зубчатой рейки, рассматриваемой как часть зубчатого венца колеса с радиусом $R = \infty$. Такая передача служит для преобразования вращательного движения шестерни в поступательное — рейки (см. рис. 242, г). Эти передачи могут быть прямоугольными и косозубыми.

Материалами для зубчатых колес служат чугуны и стали различных марок, реже — бронзы. В настоящее время широко применяются полимерные материалы: текстолит, древесно-слоистые пластики и, в особенности, полиамидные материалы (капрон, капролон), которые весьма эффективны при изготовлении зубчатых венцов шестерен и колес. Зубчатые колеса из этих материалов (рис. 250) работают бесшумно, отличаются высокой износоустойчивостью и долговечностью, малой массой, небольшими размерами (при одинаковой передаваемой мощности с металлическими колесами), эластичной передачей усилий, дешевизной и невысокой трудоемкостью при изготовлении.

Зубья зубчатых колес чаще всего нарезают на специальных металлорежущих станках, реже их изготавливают отливкой и штамповкой. Нарезание зубьев на зуборезных станках производится двумя основными способами: копированием и огибанием (обкаткой).

При копировании (рис. 251, а) профиль поверхности зубьев является как бы копией профиля режущего инструмента — дисковой модульной или пальцевой фрезы (рис. 251, б). Точность изготовления зубьев способом копирования невелика, трудоемкость — весьма значительна.

Способ огибания или обкатки (рис. 252) основан на воспроизведении зацепления зубчатой пары. Одна деталь пары — заготовка колеса, другая — режущий инструмент: гребенка (рейка, рис. 252, а) или долбяк (рис. 252, б). Кроме того, нарезание зубьев может производиться на фрезерных станках червячной



Рис. 251

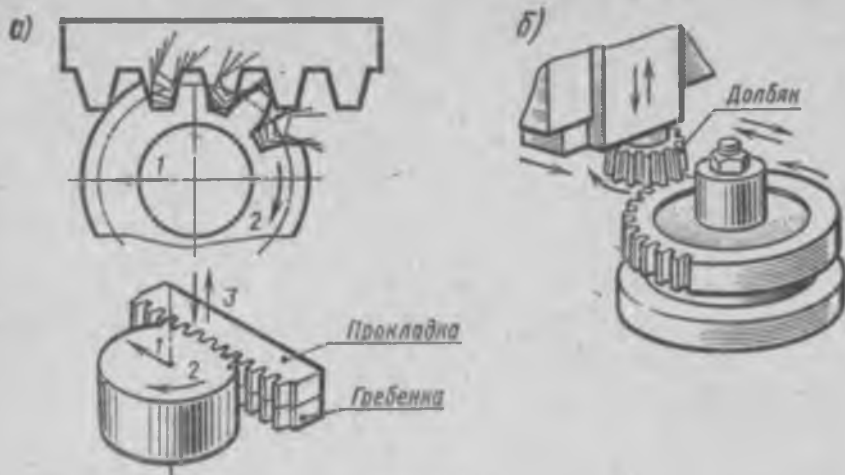


Рис. 252

(винтовой) фрезой. Возможность применения гребенки (инструментальной рейки) объясняется тем, что при мысленном увеличении числа зубьев колеса до бесконечности колесо превращается в рейку, а эвольвента профиля зуба — в прямую линию. Рейка-гребенка называется основной, а ее контур — нормальным исходным контуром, параметры которого для нормального эвольвентного зацепления цилиндрических и конических колес с прямыми и тангенциальными зубьями стандартизованы соответственно по ГОСТ 13755—68 и ГОСТ 13754—68. Параметры исходного контура для цилиндрических мелко модульных колес приведены в ГОСТ 9587—68.

Исходный контур по ГОСТ 13755—68 (рис. 253) имеет угол профиля $\alpha_0 = 20^\circ$, глубину захода зубьев $h_2 = 2m$, радиальный зазор между зубьями в цилиндрических передачах $c = 0,25m$, радиус кривизны переходной кривой у основания зуба $\rho_f = 0,4m$.

При выполнении учебных чертежей зубчатых колес обычно ориентируются на применение нормального эвольвентного зацепления с параметрами, зависящими от модуля. Ниже приведены

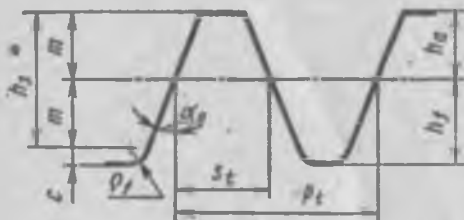


Рис. 253

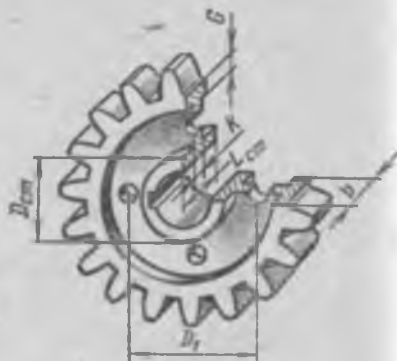


Рис. 254

зависимости параметров зубчатого венца прямозубого цилиндрического колеса от модуля m и числа зубьев z :

Высота головки зуба	$h_a = m$
Высота ножки зуба	$h_f = 1,25m$
Высота зуба	$h = h_a + h_f = 2,25m$
Делительный диаметр	$d = mz$
Диаметр вершин зубьев	$d_a = d + 2h_a = m(z+2)$
Диаметр впадин	$d_f = d - 2h_f = m(z-2,5)$
Окружной шаг зубьев	$p_t = \pi m$
Окружная толщина зуба	$s_t = 0,5p_t = 0,5\pi m$
Окружная ширина впадины	$e_t = 0,5p_t = 0,5\pi m$
Радиус кривизны переходной кривой зуба	$\rho_f = 0,4m$

Ориентировочные соотношения размеров зубчатых колес (рис. 254) в зависимости от модуля m и диаметра D_n цапфы вала таковы:

Ширина зубчатого венца	$b = (6 \div 8) m$
Толщина обода зубчатого венца	$G = (2,5 \div 3) m$
Наружный диаметр ступицы	$D_{ст} = (1,6 \div 1,8) D_n$
Толщина диска	$K = (3 \div 3,6) m$
Диаметр окружности, определяющей расположение отверстий в диске	$D_1 = 0,5 (D_k + D_{ст})$
Диаметр отверстий в диске	$D_0 = (D_k - D_{ст}) / (2,5 \div 3,0)$
Длина ступицы	$L_{ст} = 1,5 D_n$

В этих зависимостях меньшие значения коэффициентов относятся к колесам, выполненным из стали, большие — из чугуна.

§ 37. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ, РАСЧЕТ И ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРЕДАЧ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ПРЯМОЗУБЫМИ КОЛЕСАМИ И РЕЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

Определение размеров некоторых элементов цилиндрического прямозубого колеса, необходимых для вычерчивания его изображения, производится одним из двух способов в зависимости от имеющихся исходных данных.

Способ I. В результате расчетов зубьев на прочность, износостойкость и др. конструктор получает параметры колеса: модуль m , число зубьев z и диаметр D_n цапфы вала, на котором монтируется колесо. Величины m , z и D_n позволяют рассчитать размеры элементов зубьев зубчатых венцов по формулам, приведенным в § 36. Размеры остальных элементов колеса определяются по соотношениям, установленным практикой конструирования зубчатых колес, также приведенным в § 36.

Способ II. Размеры определяют измерением имеющегося колеса (с натуры).

Приведем примеры числового расчета и выполнения условного изображения (чертежа) прямозубого колеса по ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) способом I.

- Данные: 1) модуль $m = 2$ мм;
 2) число зубьев $z = 100$;
 3) диаметр цапфы вала $D_n = 25$ мм;

4) колесо установлено на цапфе вала при помощи призматической стандартной шпонки;

5) колесо литое из серого чугуна;

6) зубья — прямые, нормального эвольвентного зацепления.

1. Пользуясь формулами, приведенными в § 36, подсчитываем диаметры зубчатого венца колеса:

делительный $d = mz = 2; 100 = 200$ мм;

вершин зубьев $d_a = m(z + 2) = 2(100 + 2) = 204$ мм;

впадин $d_f = m(z - 2,5) = 2(100 - 2,5) = 195$ мм.

2. Намечаем два изображения колеса: главный вид с полным фронтальным разрезом и вид слева, на котором зубья по ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) условно не изображаются. Ось колеса должна быть расположена параллельно основной надписи чертежа.

3. На виде слева проводим три концентрические окружности диаметрами d , d_a и d_f (рис. 255, а).

4. Пользуясь линиями связи (см. рис. 255, а), вычерчиваем на фронтальном разрезе контуры зуба в виде прямоугольника (зуб продольно не штрихуется). Ширину зуба определяем из соотношения $b = (6 + 8) m$. Для чугунного зубчатого венца принимаем $b = 8m = 8 \cdot 2 = 16$ мм.

5. По соотношениям, приведенным в § 36, подсчитываем размеры остальных элементов колеса:

— толщину обода зубчатого венца $G = (2,5 + 3) m$ (приняв для чугуна большую величину коэффициента, получим $G = 3m = 3 \cdot 2 = 6$ мм);

— толщину диска $K = (3 + 3,6) m$ (приняв $K = 3,6m$, получим $K = 3,6 \cdot 2 = 7,2$ мм, округленно $K = 7$ мм);

— наружный диаметр ступицы (втулки) $D_{ст} = (1,6 + 1,8) D_n$, принимаем $D_{ст} = 1,8D_n = 1,8 \cdot 25 = 45$ мм;

— длину ступицы $L_{ст} = 1,5D_n = 1,5 \cdot 25 = 37,5$ мм, округленно $L_{ст} = 38$ мм;

— внутренний диаметр обода колеса $D_k = d_f - 2G = 195 - 2 \cdot 6 = 183$ мм;

— диаметр окружности, на которой располагаются центры отверстий в диске, $D' = 0,5(D_k + D_{ст}) = 0,5(183 + 45) = 114$ мм;

— диаметр отверстий в диске

$$D_o = \frac{D_k - D_{ст}}{2,5} = \frac{183 - 45}{2,5} = 55 \text{ мм.}$$

По найденным размерам вычерчиваем изображения этих элементов.

6. Определяем размеры шпоночного паза в ступице, пользуясь таблицей в СТ СЭВ 189—75.

Для $D_n = 25$ мм имеем: ширина шпоночного паза $b_{ш} = 8$ мм и размер $l_1 = 3,3$ мм. Тогда $D_n + l_1 = 25 + 3,3 = 28,3$ мм. По этим данным вычерчиваем изображение паза.

7. Удаляем на чертеже линии построения (линии связи). На виде слева окружность впадин проводим сплошной тонкой линией, по ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) допускается ее не показывать.

При выполнении чертежа или эскиза цилиндрического прямозубого колеса по размерам, снятым с натуры (способ II) для определения параметров зубьев, необходимо измерить штангенциркулем диаметр окружности вершин d_a и сосчитать число зубьев z . Если колесо имеет нечетное число зубьев или размеры его велики, то диаметр окружности вершин определяют как сумму значений диаметра вала и удвоенного расстояния от вершины зуба до ближайшей образующей отверстия под вал:

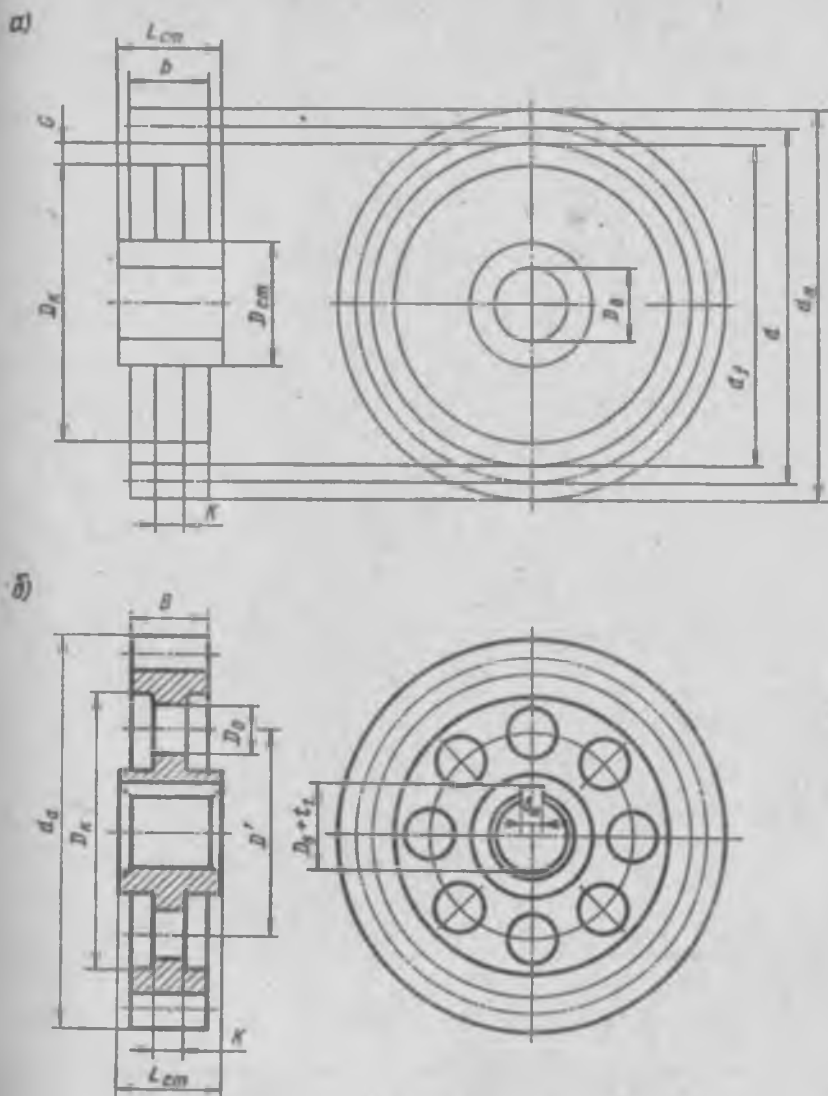


Рис. 255

Модуль зацепления зуба эвольвентного профиля определяют по формуле

$$m = \frac{d_0}{z + 2}$$

Полученное значение модуля надо округлить до ближайшего по ГОСТ 9563—60 (СТ СЭВ 310—76) (см. табл. 8).

Далее подсчитывают диаметры: делительный d , окружности вершин зубьев d_2 и впадин d_1 . Размеры остальных элементов зуб-

чатого колеса, необходимые для его вычерчивания, определяют путем непосредственного измерения. Порядок выполнения чертежа зубчатого колеса остается прежним (как при способе 1).

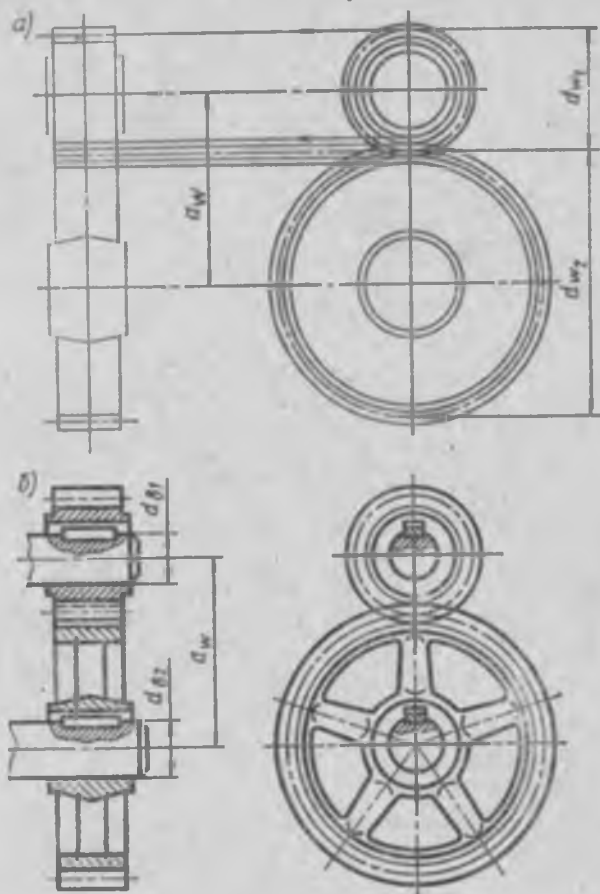


Рис. 256

Для изображения внешнего нормального эвольвентного зацепления пары зубчатых колес надо подсчитать:

1. Диаметры начальных окружностей колес (считая $d_1 = d_{w1}$ и $d_2 = d_{w2}$):

$$d_{w1} = mz_1; \quad d_{w2} = mz_2.$$

2. Расстояние между осями колес, входящими в зацепление, равное полусумме диаметров начальных окружностей колес:

$$a_w = \frac{d_{w1} + d_{w2}}{2}.$$

Геометрические параметры колес, участвующих в зацеплении, определяют по формулам из § 36 в порядке, приведенном выше.

Изображение зацепления должно содержать два вида (рис. 256).

На виде слева из центров, отстоящих друг от друга на расстоянии, равном межосевому расстоянию a_w , проводят концентрические окружности: сплошной основной линией — окружности вершин зубьев, тонкой штрихпунктирной — начальные окружности, которые должны касаться в точке, лежащей на оси, которая соединяет центры колес, (полюсе зацепления) и сплошной тонкой линией — окружности впадин зубьев (допускается не показывать).

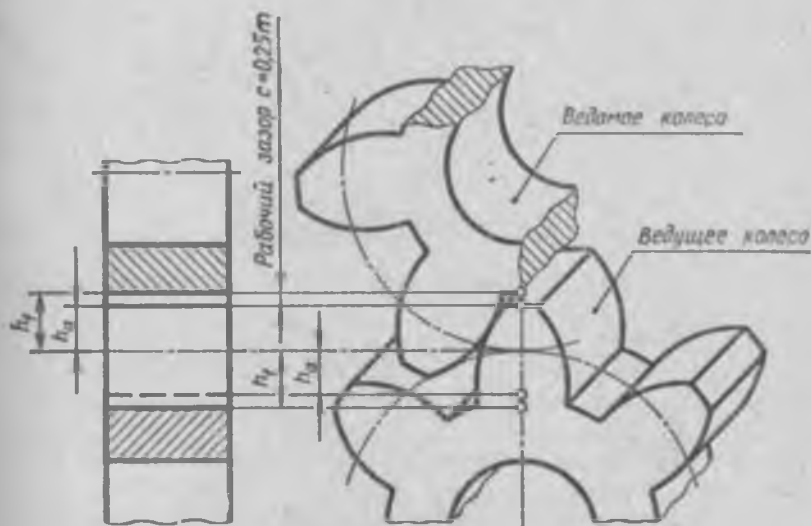


Рис. 257

На главном виде выполняют полный фронтальный осевой разрез, причем зуб ведущего колеса показывают перед зубом ведомого колеса. Так как высоты головки и ножки зуба не одинаковы, в зоне зацепления должен быть изображен радиальный зазор $c = 0,25m$ (рис. 257).

На изображениях колес вычерчивают остальные их элементы: ступицы, спицы и др. В местах шпоночного соединения ступиц с цапфами валов выполняют местные разрезы. Если надо указать направление зубьев зубчатого колеса, на изображении поверхности зубьев одного из колес зацепления наносят вблизи оси три сплошные тонкие линии с соответствующим наклоном.

Рабочие чертежи цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем зубьев выполняются по правилам, приведенным в ГОСТ 2.403—75, составленном с учетом требований рекомендации СЭВ по стандартам РС 581—73. По этим правилам на чертеже вычерчивают полностью один фронтальный разрез колеса. Вместо полного вида слева, учитывая, что для изготовления

колеса он не требуется, на виде слева чертят только контур отверстия в ступице со шпоночными или шлицевыми пазами.

В правом верхнем углу чертежа помещают *таблицу параметров*, состоящую из трех частей, отделенных друг от друга сплошными основными линиями. Первая часть содержит основные данные для изготовления зубьев колеса, вторая — данные для их контроля и третья — справочные сведения. В учебных чертежах приводят только сокращенную первую часть таблицы, как это показано на рис. 258, на котором представлен рабочий чертеж прямоугольной цилиндрической шестерни.

В таблицу параметров на учебном чертеже обычно заносят: модуль m , число зубьев z и номер ГОСТа на нормальный исходный контур.

На изображении венца зубчатого колеса (главном виде с фронтальным разрезом) должны быть указаны:

- а) диаметр вершин зубьев d_a ;
- б) ширина венца b ;
- в) размеры фасок или радиусов скруглений элементов зубчатого венца колеса.

На производственных рабочих чертежах колес в первой части таблицы параметров указывают:

- а) модуль m ;
- б) число зубьев z ;
- в) угол наклона линии зуба β для косозубых и шевронных колес (см. ниже);
- г) направление линии косоугольного зуба — надписью «Правое» или «Левое», для шевронных колес — надписью «Шевронное»;
- д) номер стандарта на нормальный исходный контур;
- е) степень точности и др.

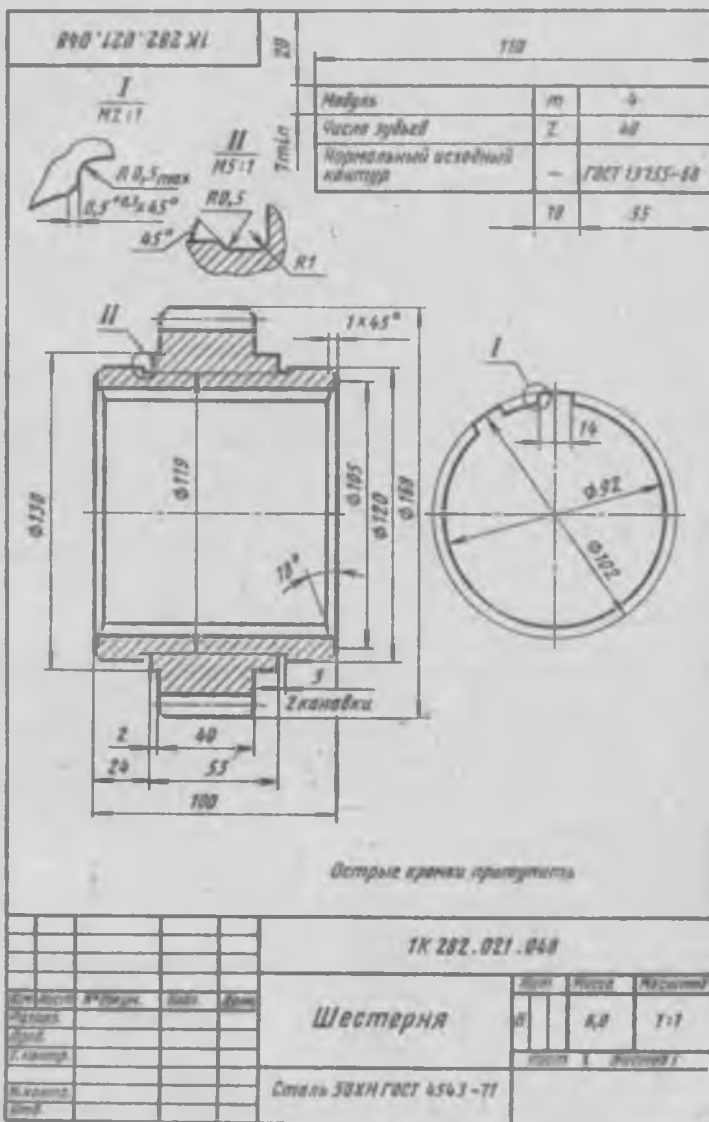
Если зубчатое колесо имеет два и более зубчатых венца одного вида (блок колес), то значения их параметров надо указывать для каждого венца в отдельных графах (колонках) таблицы параметров. Венец и соответствующая колонка должны быть обозначены одной и той же прописной буквой русского алфавита.

Если зубчатые венцы колеса имеют разный вид (например, цилиндрический и конический), то для каждого венца должна быть приведена отдельная таблица параметров. Таблицы располагают или рядом, или одну над другой. Изображения венца и таблицу для него также обозначают одной и той же прописной буквой русского алфавита.

Размеры граф таблицы параметров приведены на рис. 258.

Цилиндрические и конические зубчатые колеса часто выполняются с косыми (см. рис. 248, б) и шевронными (см. рис. 248, в) зубьями. Такие зубья создают более плавную, с меньшим шумом передачу вращения благодаря тому, что их зубья не сразу по всей длине входят в зацепление, что сопровождается ударом их друг о друга, а постепенно. Нарезание таких зубьев производится главным образом методом огибания на зубострогальных станках с использованием в качестве инструмента долбяков (см. рис. 252, б).

Косой и шевронный зуб представляют собой часть винтового выступа, расположенного основанием на цилиндрической по-



верхности. Такие зубья характеризуются, как и винтовой выступ, направлением (ходом) — правым или левым (например, на рис. 248, б у зубьев шестерни — правый ход) и углом наклона зуба β , являющимся углом подъема винтовой линии на делительном цилиндре.

У косозубых и шевронных цилиндрических колес различают два шага зубьев и соответствующие им модули: окружной шаг p_t , измеряемый в торцовом сечении колес, и соответствующий ему окружной модуль $m_t = \frac{p_t}{\pi}$ и нормальный шаг p_n , измеряемый в плоскости, перпендикулярной направлению зуба, с соответствующим ему нормальным модулем $m_n = \frac{p_n}{\pi}$ (см. ГОСТ 16530—70).



По развертке боковой поверхности делительного цилиндра косозубого колеса (рис. 259), на которой видны β_0 и направление зуба, из прямоугольного треугольника ABC можно определить зависимость между p_t и p_n : $BC = AC \cos \beta_0$ или $p_n = p_t \cos \beta_0$. Разделив обе части уравнения на π , получим $m_n = m_t \cos \beta_0$.

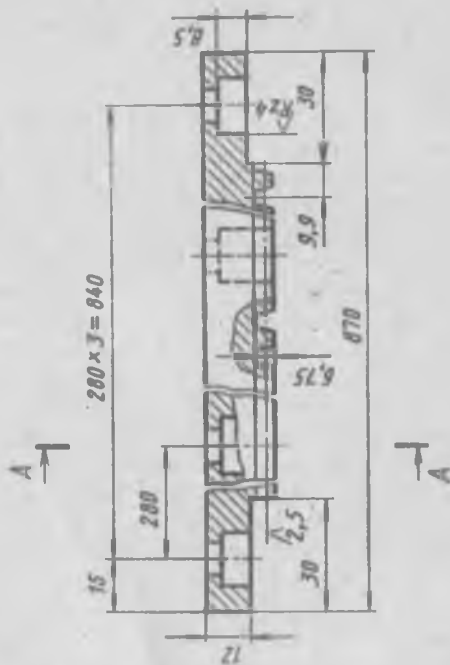
Из двух, работающих в паре, косозубых колес одно колесо должно быть обязательно с правым наклоном зуба, а второе — с левым.

По ГОСТ 2.403—75 выполняют рабочие чертежи деталей с прямыми зубьями нормального эвольвентного профиля различной формы и назначения, например рабочий чертеж *зубчатого сектора*, показанного на рис. 260. Расчет параметров зубьев и порядок вычерчивания зубчатого венца сектора одинаковы с описанными выше операциями для венца цилиндрического зубчатого колеса, за исключением того, что в таблице параметров указывают число зубьев в секторе z_c и, кроме того, число зубьев z секторного зубчатого колеса. Связь между z_c и z видна из пропорции

$$\frac{z_c}{z} = \frac{\delta_c}{360^\circ},$$

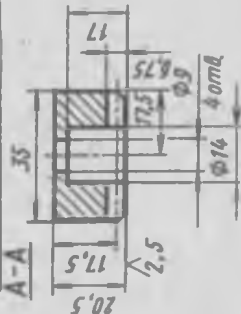
где δ_c — угол зубчатого сектора. Следовательно, если в таблице параметров рабочего чертежа сектора (см. рис. 260) указано число зубьев на полной окружности z , а на чертеже нанесен угол сектора δ_c , то число зубьев сектора можно найти из соотношения

$$z_c = z \frac{\delta_c}{360^\circ}.$$

345.02.00 042

Модуль	т	3,15
Номинальный основной контур		ГОСТ 5587-60

число зубьев	z	66
нормальный шаг	P_n	9,9



острые края прищипывать

345.02.00.042	А	А.В	1:1	АВТОМАТ	СТАЛЬ
	Рейка			Сталь 35	ГОСТ 1050-76

Рабочий чертеж *зубчатой рейки*, выполненный по ГОСТ 2.404—75, должен содержать два изображения: главный вид (с обрывом) и вид слева с профильным разрезом (рис. 261). На чертеже рейки должны быть показаны профили двух-трех впадин. Прямая линия выступов зубьев изображается основной сплошной линией (как у зубчатых колес), линия впадин — сплошной тонкой и линия делительной поверхности (плоскости) — штрихпунктирной прямой линией.

На чертеже указывают ширину и высоту рейки, длину зубчатой части, размеры фасок. В таблице параметров учебного чертежа приводят: модуль m ; угол наклона линии зуба β косых зубьев; направление линии зуба косых зубьев (правое или левое — надписью); номер ГОСТа на нормальный исходный контур; число зубьев рейки z ; нормальный шаг p_n .

§ 38. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ И РАСЧЕТЫ ЭЛЕМЕНТОВ КОНИЧЕСКОГО ПРЯМОЗУБОГО КОЛЕСА И ПЕРЕДАЧИ

Коническая зубчатая передача (см. рис. 249, а), у которой зубья расположены своими основаниями на конической поверхности прямого кругового конуса, называемого *конусом впадин*, применяется для передачи вращательного движения одного вала (ведущего) к другому валу (ведомому), когда геометрические оси валов пересекаются. В частном случае, когда угол между этими осями, обозначаемый Σ , равен 90° , коническая передача называется *ортогональной*. Последняя наиболее часто применяется в механизмах машин и приборов.

Зубья конических колес, как и цилиндрических, нарезаются способом *копирования* на фрезерных станках и более технологичным и производительным способом *огибания* (обкатки) на зубострогальных станках.

Конические колеса бывают с прямыми (см. рис. 249, а), тангенциальными (см. рис. 249, б), круговыми (см. рис. 249, в), криволинейными зубьями, а также с эвольвентной и циклоидальной линией зубьев.

В дальнейшем будут рассматриваться конические колеса с прямыми зубьями нормального эвольвентного зацепления. Размеры некоторых элементов таких зубьев могут быть определены по формулам, приведенным в § 36 для цилиндрических зубчатых колес с прямым зубом.

Однако конические колеса характеризуются и рядом новых понятий, с которыми связаны дополнительные параметры и особенности в расчетах.

Форму и размеры зуба конического колеса определяют следующие соосные конические поверхности (рис. 262): а) *делительный конус* (вместо делительного цилиндра) с углом между контурными образующими и осью конуса, обозначаемым δ по ГОСТ 19325—73; б) конус вершин зубьев (угол конуса вершин δ_a);

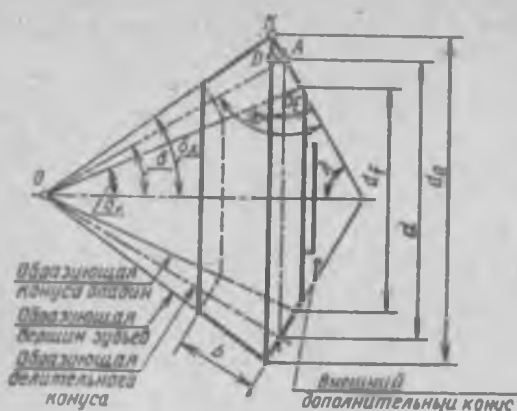


Рис. 262

в) конус впадин (угол конуса впадин δ_d); г) внешний дополнительный конус, у которого контурные образующие перпендикулярны к образующим делительного конуса, с углом между контурными образующими и осью конуса, обозначенным λ на рис. 262.

Внешний дополнительный конус пересекает соосные конические поверхности зубчатого колеса по трем окружностям: внешней дополнительной окружности (диаметр d), внешней окружности вершин зубьев (диаметр d_a), внешней окружности впадин (диаметр d_d).

Концентрическим окружностям конического зубчатого колеса соответствуют окружной шаг зубьев p и окружной модуль m , связанные соотношением $m = \frac{p}{\pi}$.

Шаг, модуль и высота зубьев у конических колес переменны (увеличиваются в направлении от вершины к основанию делитель-

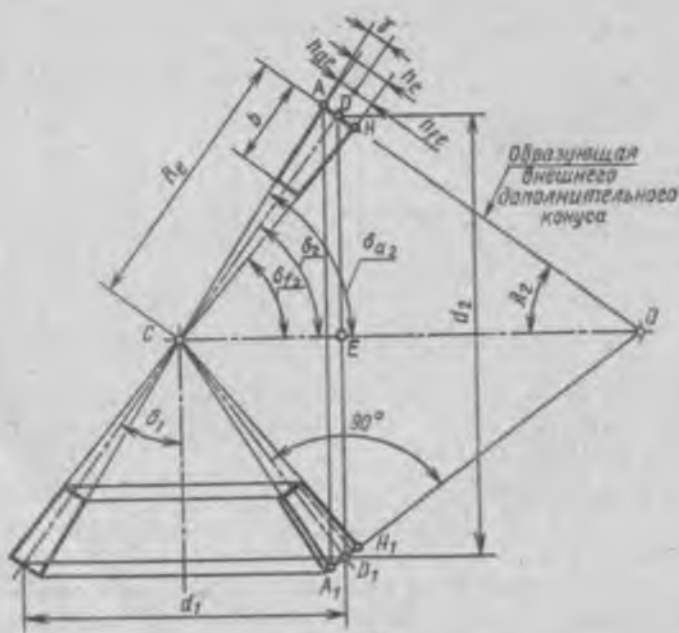


Рис. 263

ного конуса), поэтому различают внешние, средние, внутренние и другие параметры конического колеса.

В качестве расчетного модуля конических зубчатых колес принимают: для колес с прямыми зубьями — внешний окружной делительный модуль, обозначенный m_e в ГОСТ 2.405—75; для колес с тангенциальными зубьями — внешний нормальный делительный модуль m_{ne} ; для колес с круговыми зубьями — средний нормальный делительный модуль m_n .

Величину m_e выбирают по ГОСТ 9563—60 (СТ СЭВ 310—76).

Внешнюю высоту зуба h_e (рис. 263), а также внешние высоты головки зуба h_{ae} и его ножки h_{fe} измеряют по образующей внешнего дополнительного конуса. При расчетах принимают $h_{ae} = m_e$; $h_{fe} = 1,2m_e$.

Углы δ , δ_a , δ_f и λ в ортогональной конической прямозубой передаче определяют в зависимости от заданных конструктором делительных диаметров ведущей шестерни (d_1) и ведомого колеса (d_2) или от заданных чисел их зубьев z_1 и z_2 .

На рис. 263 видим, что в прямоугольном треугольнике CDE катет $DE = \frac{d_2}{2}$, а катет $CE = \frac{d_1}{2}$, поэтому угол делительного конуса ведомого колеса можно определить по его тангенсу следующим образом:

$$\operatorname{tg} \delta_2 = \frac{DE}{CE} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{m_e z_2}{m_e z_1} = \frac{z_2}{z_1}.$$

Из прямоугольного треугольника CAD имеем $\operatorname{tg} \gamma = \frac{AD}{CD} = \frac{h_{ae}}{R_e}$. Здесь $h_{ae} = m_e$, а внешнее делительное конусное расстояние $R_e = CD$ находим из прямоугольного треугольника CDE , катеты DE и CE которого являются радиусами делительных окружностей:

$$R_e = \sqrt{DE^2 + CE^2} = \sqrt{(0,5m_e z_2)^2 + (0,5m_e z_1)^2};$$

$$R_e = 0,5m_e \sqrt{z_2^2 + z_1^2}.$$

Угол конуса вершин зубьев ведомого колеса находим из равенства $\delta_{a2} = \delta_2 + \gamma$.

Угол конуса впадин зубьев определяем по формуле $\delta_{f2} = \delta_2 - \varepsilon$, в которой угол ε равен углу DCH . Из прямоугольного треугольника DCH находим

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{DH}{DC} = \frac{1,2m_e}{0,5m_e \sqrt{z_2^2 + z_1^2}} = \frac{2,4}{\sqrt{z_2^2 + z_1^2}}.$$

Угол дополнительного конуса колеса λ_2 определяем из прямоугольного треугольника EDO : $\lambda_2 = 90^\circ - \delta_2$. Он также будет равен углу делительного конуса шестерни: $\delta_1 = \lambda_2$.

Перед вычерчиванием колеса предварительно по заданным m , z_1 и z_2 рассчитывают параметры зубчатых венцов колеса и шестерни: делительные диаметры $d_1 = m z_1$ и $d_2 = m z_2$, а также высоты элементов зубьев $h_{aw} = m$ и $h_{fo} = 1,2m$.

Затем выполняют фронтальный разрез колеса (рис. 264). Проводят две взаимно перпендикулярные оси: ось шестерни (вертикальная) и колеса (горизонтальная). На их пересечении будут расположены вершины делительных конусов C (см. рис. 263). Откладывают отрезок $CE = 0,5d_1$ и, перпендикулярно к нему, — отрезок $ED = ED_1 = 0,5d_1$. Точки D и D_1 соединяют прямыми

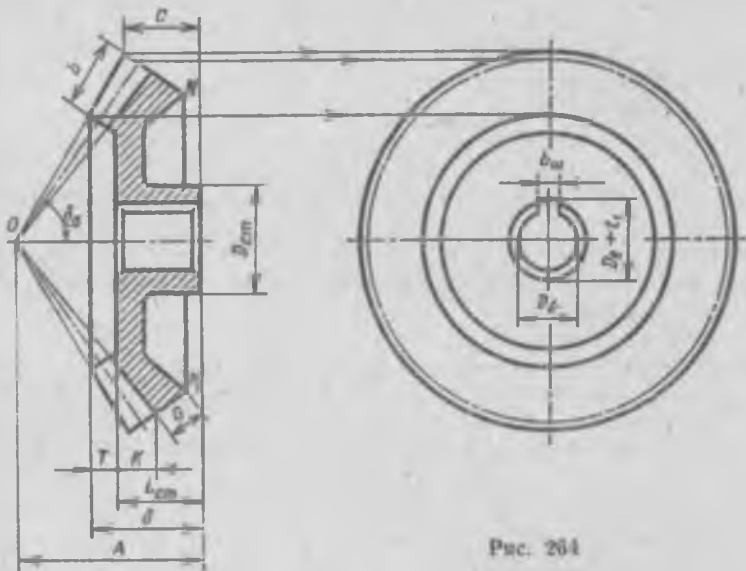


Рис. 264

линиями с вершиной C — получается контур делительного конуса. В точках D и D_1 восставляют перпендикуляры. Они являются образующими дополнительного конуса колеса. На этих перпендикулярах откладывают высоту головки зуба $h_{aw} = DA$ и ножки $h_{fo} = DH$. Точки A , H , H_1 и A_1 соединяют с вершиной C прямыми линиями, которые являются образующими конуса вершин зубьев и конуса их впадин.

Пользуясь соотношениями размеров элементов зубьев, приведенными в § 36, подсчитывают:

- длину зуба (ширину зубчатого венца) $b = 6m$, которую откладывают от точки D (см. рис. 263) по образующей делительного конуса в сторону вершины C ;

- толщину обода зубчатого венца $G = 2,5m$, которую откладывают по направлению образующей внешнего дополнительного конуса. Полученные точки N и N_1 (см. рис. 264) соединяют прямой линией;

— толщину диска $K = 3m_e$, стенку диска вычерчивают на расстоянии $T = 2m_e$ (см. рис. 264) от внутреннего торца зуба колеса;
— размеры ступицы в зависимости от данного диаметра вала D_n : длину $L_{ст} = 1,5D_n$ и диаметр $D_{ст} = 1,6D_n$.

Из таблиц СТ СЭВ 189—75 по заданному диаметру вала D_n находят размеры призматической шпонки: ширину ее поперечного сечения $b_{ш}$ и размер глубины паза t_1 . Размер $D_n + t_1$ от края отверстия в ступице до края паза указывают на чертеже.

На виде слева (см. рис. 264), который полностью выполняется только на сборочных чертежах, по ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) условно вычерчивают не все окружности зубчатого венца, а только внешнюю окружность вершин зубьев (сплошной основной линией) и внешнюю делительную окружность (штрихпунктирной линией).

Если рабочий чертеж или эскиз прямозубого конического колеса выполняют с натуры, то для нанесения на чертеже или эскизе размеров углов конусов δ , δ_a и δ_f надо рассчитать эти размеры и определить внешнее делительное конусное расстояние R_e (см. рис. 263). Формулы для этих расчетов были даны выше.

Углы δ_a и λ , а также длину зуба b наносят на изображении колеса (на фронтальном разрезе), а углы δ и δ_f записывают в графах таблицы параметров (см. ГОСТ 2.405—75). На фронтальном разрезе рабочего чертежа колеса наносят:

1. Диаметр окружности большего основания конуса вершин зубьев (внешний диаметр вершин зубьев) d_a , который подсчитывают следующим образом: из прямоугольного треугольника ADK (см. рис. 262) находим, что $DK = AK \cos \delta = m_e \cos \delta$, тогда $d_a = d + 2DK = m_e z + 2DK = m_e (z + 2\cos\delta)$.

2. Расстояние C (см. рис. 264) от базовой плоскости (правого торца ступицы) до плоскости внешней окружности вершин зубьев и расстояние A от вершины делительного конуса до базовой плоскости (базовое расстояние).

3. Ширину зубчатого венца b (длину зуба) по направлению образующей делительного конуса.

4. Угол конуса вершин зубьев δ_a .

5. Угол внешнего дополнительного конуса λ .

Пример рабочего чертежа прямозубой конической шестерни ортогональной передачи с заполненной таблицей параметров (сокращенной) представлен на рис. 265.

При выполнении чертежа конического колеса по размерам, снимаемым с готового изделия, определение геометрических параметров начинают с угла внешнего дополнительного конуса λ , который измеряют с помощью угломера. По полученному значению подсчитывают значение угла делительного конуса $\delta = 90^\circ - \lambda$.

Величину внешнего окружного делительного модуля m_e определяют, измерив предварительно наибольший диаметр вершин зубьев d_a и подсчитав их число z .

Из прямоугольного треугольника ADK (см. рис. 262) находим

$$DK = \frac{d_a - d}{2}.$$

С другой стороны,

$$DK = AK \cos \delta = m_e \cos \delta.$$

Таким образом

$$\frac{d_a - d}{2} = m_e \cos \delta.$$

Так как $d = m_e z$ и $\frac{d_a - m_e z}{2} = m_e \cos \delta$, то $m_e = \frac{d_a}{z + 2 \cos \delta}$.

Определив ближайшее значение модуля по ГОСТ 9563—60 (СТ СЭВ 310—76), рассчитывают геометрические параметры элементов колеса, необходимые для выполнения его чертежа.

Чертеж (учебный, сборочный) ортогональной конической зубчатой передачи с прямыми зубьями оформляется по правилам, установленным ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) ЕСКД «Условные изображения зубчатых колес реек, червяков и звездочек цепных передач». При этом должны быть данные, которые представляет конструктор, разрабатывающий сборочный чертеж механизма, куда входит передача, или размеры передачи, снятые с натуры. Эти данные следующие:

1. Внешний окружной модуль m_e .
2. Числа зубьев ведущей шестерни z_1 и ведомого колеса z_2 .
3. Ширина зубчатого венца b .
4. Диаметры цапф валов: ведущего $D_{в1}$ и ведомого $D_{в2}$.

Остальные размеры элементов колес h_a , h_f , $D_{ст1}$, $D_{ст2}$, $L_{ст1}$, $L_{ст2}$ и размеры шпоночных пазов могут быть подсчитаны по формулам, приведенным выше, или сняты с натуры.

Вычерчивание передачи производят в таком порядке:

— намечают два изображения передачи: главный вид с фронтальным разрезом и вид слева (рис. 266, а);

— на главном виде проводят две взаимно перпендикулярные оси шестерни и колеса, пересекающиеся в точке C ;

— от точки C по осям колес откладывают вверх и вниз отрезки CK , равные $\frac{d_2}{2}$, а вправо и влево — отрезки CP , равные $\frac{d_1}{2}$;

— через точки K проводят горизонтальные прямые, а через точки P — вертикальные до пересечения их в точках D ;

— точки D соединяют с точкой C прямыми — образующими начальных конусов шестерни и колеса;

— в точках D к этим образующим восставляют перпендикуляры, представляющие собой образующие внешних дополнительных конусов, и на них откладывают высоту головки h_a и ножки h_f зубьев;

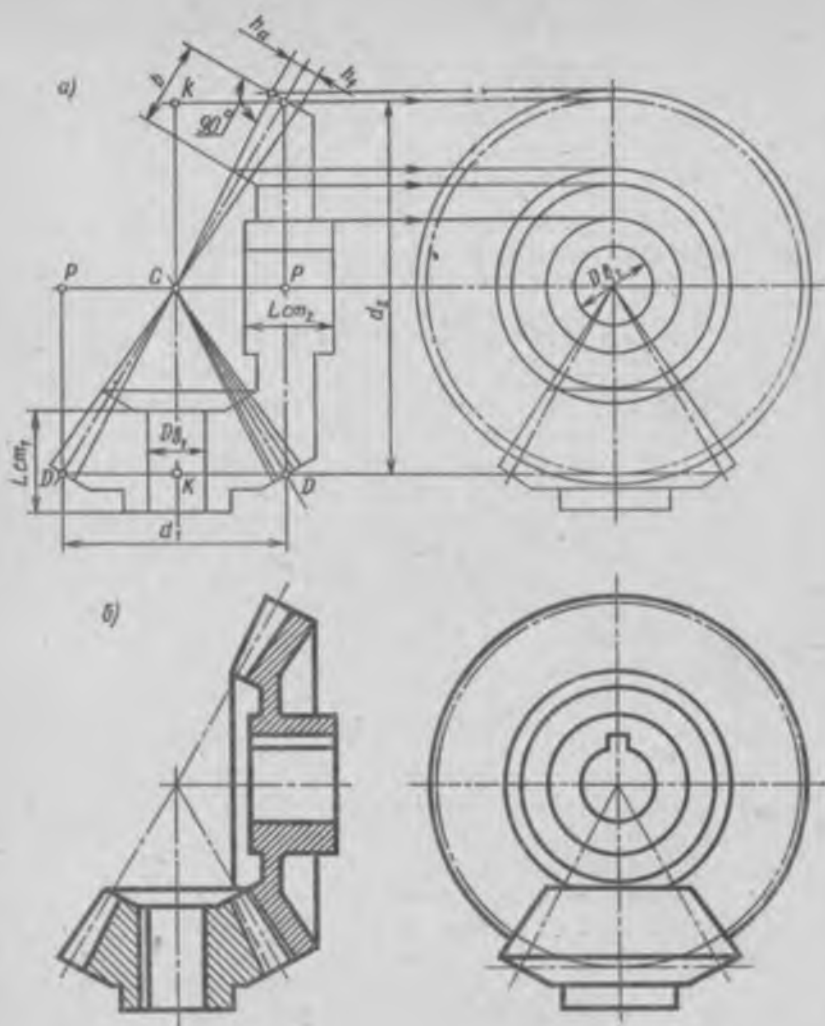


Рис. 266

— концы отложенных отрезков соединяют с вершиной конусов C прямыми — образующими конусов вершин и впадин зубьев;
 — от точек D на образующих начальных конусов по направлению к вершине C откладывают ширину зубчатого венца b и ограничивают торец зуба прямой, перпендикулярной к образующим начальных конусов;

— вычерчивают контуры элементов колес: ступицы и др.;

— выполняют вид слева передачи, пользуясь горизонтальными линиями связи проекций точек. На этом виде изображение зубчатого венца условно показывают только двумя окружностями:

делительной (штрихпунктирной линией) и внешней окружностью вершин зубьев (сплошной основной линией).

При обводке чертежа, как и при изображении цилиндрической зубчатой передачи, на фронтальном разрезе штриховать зубья не следует, а зуб ведущей шестерни надо показывать перед зубом ведомого колеса.

§ 39. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ И РАСЧЕТЫ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ

Червячная передача, состоящая из червяка (винта) и зубчатого колеса, служит для передачи вращения от одного вала — ведущего к другому — ведомому, когда геометрические оси валов скрещиваются (рис. 267). Если межосевой угол равен 90° , то передача называется ортогональной.

Червяк представляет собой винт, который рассматривают иногда как шестерню с винтовыми зубьями (витками винтовых выступов), зацепляющуюся с колесом с такими же зубьями.

Червячные передачи в зависимости от вида делительной поверхности червяка разделяются на передачи с цилиндрическим червяком, у которых эта поверхность, как и начальная, является цилиндрической (см. рис. 267), и передачи с глобондным червяком, у которых делительная поверхность образована вращением вокруг оси червяка отрезка дуги делительной окружности пар-

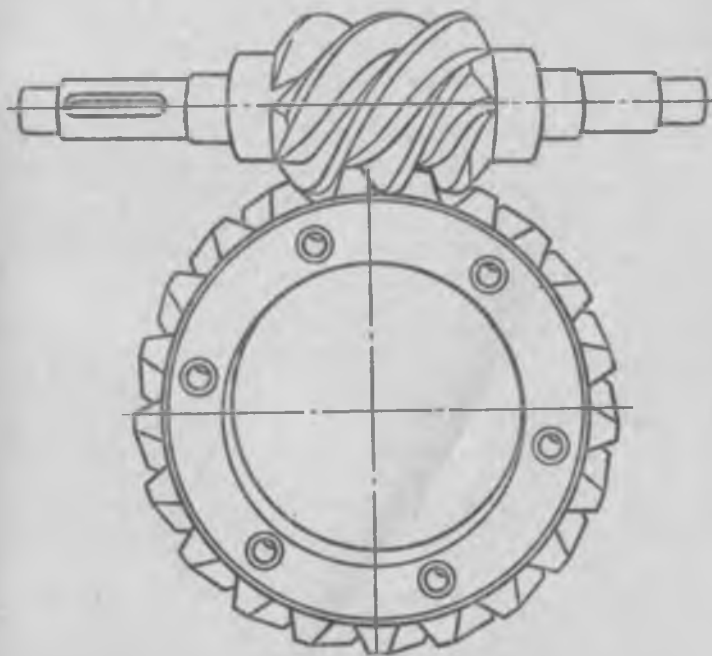


Рис. 267

ного червячного колеса, лежащей в плоскости его торцового сечения.

По виду винтовой поверхности, ограничивающей витки червяка или его винтового зуба, различают червяки:

1. *Архимедовы* (обозначаются ZA), у которых образующая (отрезок прямой линии) винтовой поверхности пересекает ось червяка под углом, отличным от прямого, и поэтому винтовая поверхность является наклонным или архимедовым геликоидом* (см. гл. III, § 15). Профиль зуба (витка) архимедова червяка в его осевом сечении — прямолинейный и представляет собой равностороннюю трапецию с углом $2\alpha_x = 40^\circ$ между боковыми сторонами. Передачи между скрещивающимися валами при помощи архимедова червяка были не так давно очень широко распространены и имеются во многих механизмах машин и приборов, поэтому в курсе машиностроительного черчения им уделяется основное внимание.

2) *Эвольвентные* (обозначаются ZI), с прямолинейным профилем витка червяка в его осевом сечении и с торцовым профилем витка, ограниченным эвольвентой окружности**.

3) *Конволютные*, имеющие прямолинейный профиль винтового выступа в осевой плоскости и торцовый профиль витка в виде удлинненной или укороченной эвольвенты (обозначаются $ZN1$)***.

Глобoidные червяки имеют осевое сечение витка в виде равнобедренного треугольника.

В настоящее время по технологическим и эксплуатационным соображениям наибольшее распространение получили червячные передачи с цилиндрическими конволютными и эвольвентными червяками.

В передаче ведущим чаще всего является червяк, соединенный муфтой с валом электродвигателя. Реже встречаются передачи, в которых ведущей деталью служит колесо.

По направлению (ходу) винтовой линии червяки бывают правые и левые, а по числу витков (обозначается z_1 по ГОСТ 2.406—76) одно-, двух-, трех- и многозаходными.

Червяк, как правило, конструируют как целое с валом (см. рис. 267), так как разница диаметров вала d_2 и диаметров впадин d_f витков червяка часто бывает незначительной. Если же разница велика, то червяк выполняется полым и насаживается на вал на призматической (реже — сегментной) шпонке или соединяется с валом штифтом.

* В сечении наклонного геликоида плоскостью, перпендикулярной к его оси, получается спираль Архимеда, отсюда и название червяка — архимедов. Такие червяки нарезаются на токарных станках резцами с прямолинейной режущей кромкой, расположенной в осевой плоскости червяка.

** Нарезаются двумя резцами с прямолинейными кромками, расположенными в плоскости, касательной к делительному цилиндру червяка.

*** Нарезаются резцами с прямолинейной режущей кромкой, расположенной в плоскости, перпендикулярной касательной к винтовой линии на делительном цилиндре червяка.

Параметры червяка и червячного колеса

Однозаходный червяк с цилиндрической начальной поверхностью имеет расчетный шаг червяка p , равный делительному осевому шагу витков (ГОСТ 18498—73) и представляющий собой расстояние вдоль оси червяка между одноименными линиями соседних выступов его витков по делительной окружности. Расчетный модуль червяка связан с его расчетным шагом соотношением $m = \frac{p}{\pi}$. Если червяк многозаходный, то, как и многозаходный винт, он имеет ход витка p_{z1} , представляющий собой шаг винтовой линии (см. гл. III, § 14). Зависимость между осевым шагом и ходом витка такова: $p_{z1} = pz_1$, где z_1 — число витков червяка.

Основные параметры архимедова цилиндрического червяка определяются его расчетным модулем m , который должен быть выбран по ГОСТ 9563—60 (СТ СЭВ 310—76).

Цилиндрический червяк, как и цилиндрическое зубчатое колесо, имеет цилиндрическую делительную поверхность с делительным диаметром $d_1 = qm$. В этой формуле коэффициент q , называемый коэффициентом диаметра червяка, будет числом расчетных модулей в делительном диаметре d_1 . В зависимости от модуля m значение q подбирают по ГОСТ 2144—76. Для учебных расчетов q можно выбрать по табл. 9.

Таблица 9

m , мм	1	1,5	2	2; 5	3	4	5	6	8	10
q	9			8		7			6	

Как видно из табл. 9, q увеличивается при уменьшении модуля m . Это объясняется тем, что при тонком червяке (с небольшим m) прогиб вала червяка увеличивается, что ведет к нарушению правильного зацепления витков червяка с зубьями колеса.

Если выбранный коэффициент q не соответствует табличному, то надо выполнить перерасчет, задавшись иным значением q .

Размеры высоты головки витка червяка и высоты его ножки определяются из соотношений: $h_a = m$, $h_f = 1,2m$.

Пользуясь этими соотношениями, можно подсчитать диаметр вершин витков червяка (диаметр окружности основания цилиндра вершин — внешний диаметр резьбовой части червяка) $d_{a1} = d_1 + 2m$ и диаметр впадин $d_{f1} = d_1 - 2,4m$.

Длина нарезанной части червяка b_1 зависит от числа зубьев колеса z_2 , сопряженного с червяком, и находится по эмпирической (опытной) формуле $b_1 = (11 + 0,06z_2)m$.

Червячное колесо имеет параметры, определяющие размеры зуба в среднем сечении зубчатого венца плоскостью, перпендикулярной оси колеса (на рис. 268 эта плоскость профильная). В этом сечении модуль называется окружным и обозначается m . Для червячной пары $m_1 = m$.

Высоты головки и ножки зуба колеса равны соответствующим высотам витка червяка: $h_a = m$; $h_f = 1,2m$.

Делительный диаметр червячного колеса в указанной (профильной) плоскости равен $d_2 = mz_2$.

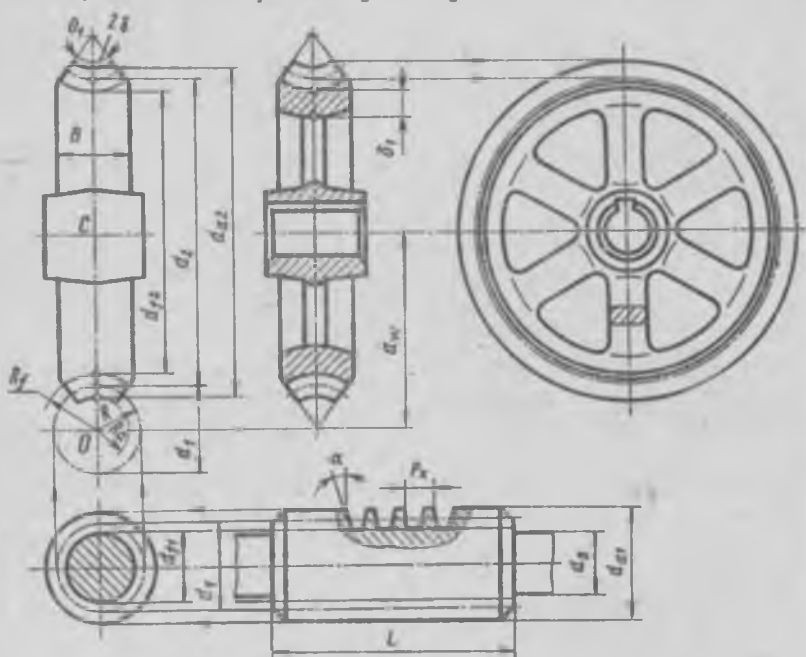


Рис. 268

Диаметр вершин зубьев в той же плоскости

$$d_{a2} = d_2 + 2h_a = m(z_2 + 2).$$

Диаметр впадин зубьев

$$d_{f2} = d_2 - 2h_f = m(z_2 - 2,4).$$

Основные параметры ортогональных цилиндрических червячных передач редукторов стандартизированы ГОСТ 2144—76.

В нем представлены:

- 1) применяемые межосевые расстояния a_w ;
- 2) номинальные значения передаточных чисел $u_{ном} = \frac{z_2}{z_1}$;
- 3) таблица сочетаний модулей m , коэффициентов диаметра червяка q и чисел витков червяка z_1 .

По этому ГОСТу червяки передач должны иметь линию витка правого направления (за исключением случаев, обусловленных кинематикой привода).

Витки червяков и зубья червячных колес изготавливают чаще всего на металлорежущих станках. Для червяков применяют технологические процессы изготовления, описанные в гл. III, а также высокопроизводительный метод резьбонарезания специальными фрезами на автомате. Зубья червячных колес нарезают фасонными фрезами на зубофрезерных станках и другими способами. Для уменьшения изнашивания зубьев колеса и быстрого прирабатывания их к виткам червяка (при значительных окружных скоростях) зубчатый венец колеса изготавливают из бронзы, латуни и полимерных материалов (капролона и др.). Зубчатый венец в этих случаях присоединяют к ободу болтами или шпильками, иногда запрессовывают и дополнительно крепят винтами. Применение составных червячных колес позволяет уменьшить расход дорогостоящих материалов, так как все колеса, кроме зубчатого венца, выполняют из дешевой стали или чугуна. При использовании полимерных материалов часто применяют колеса с ободами (зубчатыми венцами), армированными втулками (ступницами) в пресс-формах.

Если в передаче осуществляется не вращение, а качание колеса (поворот на определенный угол), применяют не целое колесо, а зубчатый сектор.

В механизмах, преобразующих вращательное движение червяка в поступательное, имеется зубчатая рейка.

Вычерчивание изображения и расчет размеров архимедова червяка

Изображения архимедова червяка и червячного колеса выполняют по ГОСТ 2.406—76 ЕСКД, вычерчивание червячного зацепления — по ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) ЕСКД.

Для построения изображения архимедова червяка по заданным конструктивным размерам должны быть известны:

- 1) модуль m ;
- 2) число витков червяка z_1 , число зубьев сопряженного колеса z_2 ;
- 3) диаметр вала червяка d_{a1} ;

Перед построением изображения выполняют расчет размеров элементов червяка, т. е. определяют:

- а) размеры элементов витка:
высоту головки $h_a = m$; высоту ножки $h_f = 1,2m$; высоту витка $h = h_a + h_f$;
- б) делительный диаметр $d_1 = qm$ (q выбирают по табл. 9);
- в) диаметр вершин витков

$$d_{a1} = d_1 + 2h_a = d_1 + 2m;$$

- г) диаметр впадин $d_{f1} = d_1 - 2,4 m$ (d_{f1} может быть больше или меньше диаметра вала червяка d_{a1}),

- д) длину нарезанной части червяка $b_1 = (11 \pm 0,06z_2) m$.

По рассчитанным размерам вычерчивают главный вид червяка с осью, параллельной основной надписи чертежа (рис. 269), и с местным разрезом, на котором показывают трапециевидный профиль витка червяка с углом между сторонами трапеции $2\alpha = 40^\circ$. Образующую делительного цилиндра проводят штрихпунктирной линией, образующую цилиндра выступов — сплошной основной, а образующую цилиндра впадин — сплошной тонкой линией.

На сборочных чертежах выполняют вид слева (или справа) с поперечным (профильным) разрезом, на котором виток червяка условно изображают нерассеченным и поэтому штрихуют только центральную часть червяка до окружности впадин (см. рис. 268).

Рабочий чертеж червяка оформляют по правилам, приведенным в ГОСТ 2.406—76 ЕСКД. Чертеж содержит главный вид с местным разрезом, на котором показан профиль витка в осевом сечении (см. рис. 269).

На главном виде должны быть нанесены: диаметр вершин витка d_{a1} , длина нарезанной части червяка b_1 , размеры фасок, радиусы закруглений (галтелей) у головок и ножек витка, остальные конструктивные размеры элементов червяка.

В таблицу параметров, имеющую форму и размеры такие же, как у таблиц для зубчатых колес, заносят: m , z_1 , вид червяка (ЗА), направление линии витка, а также делительный угол подъема линии витка γ (для червяка вида ZI — основной угол γ_n), который определяют по его тангенсу:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{P}{\pi d_1} = \frac{z_1}{q}.$$

В эту таблицу должны быть, кроме того, записаны: номер стандарта исходного червяка (для нестандартных червяков — определенные параметры), делительный диаметр червяка d_1 , ход витка p_{z1} и при необходимости — прочие справочные данные (например, межосевое расстояние a_w , коэффициент диаметра червяка q и др.).

Примеры вычерчивания изображений и расчетов параметров червячных колес

Так как червячное колесо связано (сопряжено) с червяком, то для его вычерчивания должны быть заданы параметры сопряженного червяка и межосевое расстояние a_w .

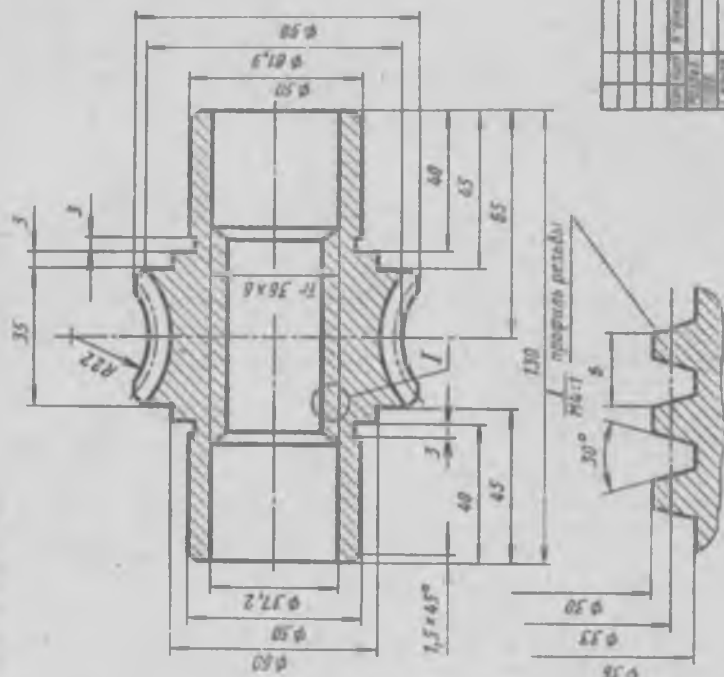
Для вычерчивания колеса по заданным конструктором размерам должны быть известны:

- 1) модуль m ;
- 2) число витков сопряженного червяка z_1 ;
- 3) число зубьев колеса z_2 ;
- 4) диаметр вала колеса d_{a1} ;
- 5) делительный диаметр сопряженного червяка d_1 ;
- 6) межосевое расстояние $a_w = \frac{d_1 + m z_2}{2}$;
- 7) материал венца колеса.

Перед построением изображения выполняют расчеты размеров элементов венца колеса, т. е. определяют:

- а) делительный диаметр $d_2 = m z_2$;
- б) диаметр вершин зубьев $d_{a2} = m (z_2 + 2)$;
- в) диаметр впадин $d_{f2} = m (z_2 - 2,4)$;
- г) диаметр ступицы $D_{от2} = 1,6 d_{a2}$;
- д) длину ступицы $L_{от2} = 1,5 d_{a2}$;
- е) условный угол 2ν (см. рис. 268, 271) охвата червяка венцом колеса; величину этого угла определяют, используя формулу

$$\sin \nu = \frac{b_2}{d_{a1} - 0,5 m},$$



Модуль	м	3,15
Число зубьев	z _в	24
Направление линии зуба	—	левое
Исходный производный чертёж	—	ГОСТ 19018-79
Межосевое расстояние	a _в	63
Делительный диаметр червячного колеса	d _в	75,6
Вед. сопряжённого червяка	—	ЗА
Число витков сопряжённого червяка	z ₁	4
Обозначение чертёжа сопряжённого червяка		ГОСТ 19018-79

[illegible]

где b_2 — ширина зубчатого венца ($b_2 < 0,75d_{a1}$ при $z_1 = 1$ и $z_1 = 2$ и $b_2 < 0,67d_{a1}$ при $z_1 = 4$).

Фронтальный разрез колеса вычерчивают в такой последовательности (см. рис. 268):

а) проводят ось колеса параллельно основной надписи и перпендикулярно той оси — оси симметрии изображения венца; эти оси пересекаются в точке С;

б) от точки С по оси симметрии венца откладывают отрезки прямых, равные $0,5d_2$, $0,5d_{f2}$ и $0,5d_{a2}$;

в) через концы отрезка d_2 проводят дуги окружностей радиуса $0,5d_1$;

г) из центров О и O_1 этих окружностей проводят дуги, ограничивающие вершины и впадины зубьев колеса;

д) откладывают ширину зубчатого венца b_2 ;

е) проводят фаски зубчатого венца, выдерживая угол охвата червяка венцом колеса 2ψ .

На сборочных чертежах, построив фронтальный разрез колеса и пользуясь линиями связи проекций точек, вычерчивают вид слева (см. рис. 268), на котором у зубчатого венца показывают:

а) наибольшую окружность вершин зубьев;

б) среднюю делительную окружность.

Рабочие чертежи червячных колес выполняют по правилам, приведенным в ГОСТ 2.406—76.

На рабочем чертеже колеса достаточно одного изображения колеса в виде фронтального разреза, который вполне определяет форму и размеры колеса. Размеры элементов колеса на рабочем чертеже после соответствующих расчетов их по данным конструктора или измерения с натуры наносят частично на изображениях, частично в таблице параметров.

На фронтальном разрезе наносят (рис. 270):

1. Размеры зубчатого венца:

а) диаметр окружности вершин зубьев в средней плоскости венца d_{a2} ;

б) наибольший диаметр зубчатого венца;

в) ширину зубчатого венца b_2 ;

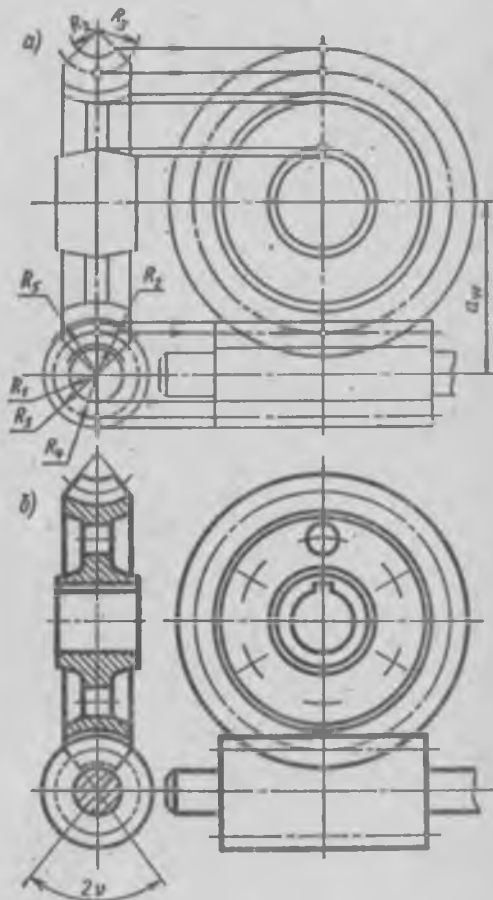


Рис. 271

г) размеры внешнего контура венца: радиус выемки поверхности вершин зубьев, размеры фасок или радиусы скруглений торцовых кромок и др.

2. Размеры остальных элементов колеса.

В таблицу параметров записывают:

а) величины m , z_1 , d_2 , межосевое расстояние a_w , направление линии зуба, номер стандарта на исходный производящий червяк;

б) размеры и параметры сопряженного с колесом червяка: вид червяка (ЗА), z_1 и др.

Надо заметить, что направление линии витков червяка обратно направлению линии зуба колеса.

Построение изображения червячной передачи, показанной на рис. 271, производится по правилам и образцам чертежей, имеющих в ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) ЕСКД. Данные для этого построения и сопутствующих ему расчетов, как и ранее, задаются конструктором или определяются измерениями натурой. Это — модуль m , число витков червяка z_1 , число зубьев колеса z_2 (или передаточное число $u = \frac{z_2}{z_1}$) и др.

По этим данным определяют остальные параметры и размеры элементов червяка и колеса, аналогично изложенному выше. Вычерчивают передачу в следующем порядке (см. рис. 271):

1) намечают место двух изображений: главного вида с фронтальным разрезом колеса и червяка и вида слева;

2) проводят осевые линии червяка и колеса на расстоянии a_w ;

3) вычерчивают дуги окружностей, устанавливающие границы делительных поверхностей R_3 , поверхностей вершин (R_4 , R_5) и впадин (R_1 , R_6) червяка и колеса;

4) на виде слева проводят делительную окружность колеса, которая должна касаться контурной образующей делительного цилиндра червяка. Наибольшую окружность вершин зубьев колеса и контурную образующую цилиндра вершин витков червяка в месте зацепления изображают *сплошными основными пересекающимися линиями*.

ГЛАВА VII

ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ (СОСТАВЛЕНИЕ, ЧТЕНИЕ, ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПО ЧЕРТЕЖУ ОБЩЕГО ВИДА)

§ 40. ВИДЫ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, эксплуатации и ремонта.

В зависимости от содержания ГОСТ 2.102—68 устанавливает 25 видов документов, в том числе чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, спецификацию, пояснительную записку и т. д.

Все конструкторские документы в зависимости от стадии разработки разделяют на проектные и рабочие. К проектным относят документы технического предложения, эскизного и технического проектов, к рабочим (рабочей документации) — чертеж детали, сборочный чертеж, спецификацию и др.

Одним из обязательных проектных документов является чертеж общего вида, выполняемый на стадии технического проекта (при необходимости чертеж общего вида выполняется также в техническом предложении и эскизном проекте). Чертеж общего вида — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Он служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации.

В процессе изучения курса «Машиностроительное черчение» студенты технических вузов выполняют чертеж общего вида сборочной единицы по предварительно снятым с натуры эскизам деталей и разрабатывают рабочие чертежи деталей по чертежу общего вида.

В соответствии с ГОСТ 2.119—73 и ГОСТ 2.120—73 чертеж общего вида эскизного или технического проекта должен содержать:

а) изображения изделия, текстовую часть и надписи, необходимые для понимания устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия;

б) наименование, а также обозначения тех составных частей изделия, для которых необходимо указать технические данные или запись которых необходима для пояснения изображений, описания принципа работы и др.;

- в) размеры и другие наносимые на изображения данные;
 г) схему, если она требуется, но оформлять ее отдельным документом нецелесообразно;

д) технические характеристики изделия, если это необходимо.

Выполняемые в процессе обучения чертежи общих видов отличаются от проектных количеством содержащейся в них информации. Они содержат лишь данные, необходимые для выявления формы и размеров всех составных частей сборочной единицы;

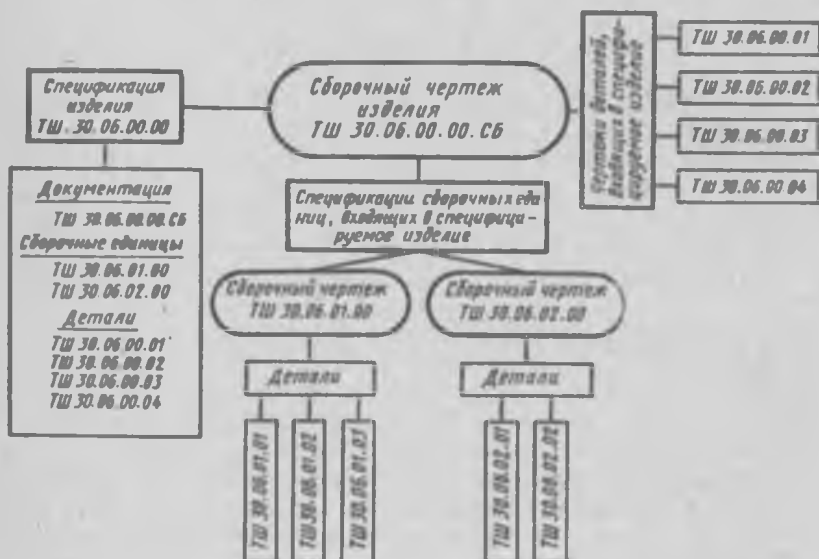


Рис. 272

это объясняется невозможностью сознательного усвоения и использования студентами всей необходимой информации на данном этапе обучения. Кроме того, при оформлении учебных чертежей общего вида обозначения составных частей изделия приводят в таблице, выполненной на отдельных листах по форме спецификации, а не по форме, установленной ГОСТ 2.119—73.

При изучении курса машиностроительного черчения обозначение конструкторских документов может осуществляться в соответствии со схемой, приведенной на рис. 272. Обозначение каждого конструкторского документа состоит из буквенно-цифрового индекса, определяющего изделие (например, ТШ 30), и трех пар чисел. Первая пара чисел обозначает порядковый номер сборочной единицы, входящей в изделие; вторая — порядковый номер сборочной единицы, входящей в предыдущие сборочные единицы; третья — порядковый номер деталей, входящих в изделие или в ту или иную сборочную единицу.

§ 41. СПЕЦИФИКАЦИЯ ИЗДЕЛИЯ

а)

Technical drawing of a rectangular object with dimensions 185x40. The drawing includes a table on the left and a label 'ПК 04.08.00.00' and 'Обойма' on the right.

Вид	№ докум.	Подп.	Дат.
Рис. 1000			
Трасс.			
Вариант			
Стрел.			

10

ПК 04.08.00.00

Обойма

15 15 20

17 23 15 10

20 185

40

б)

Technical drawing of a rectangular object with dimensions 185x15. The drawing includes a table on the left and a label 'ПК 04.08.00.00' and 'Обойма' on the right.

Вид	№ докум.	Подп.	Дат.
Рис. 1000			
Трасс.			
Вариант			
Стрел.			

7 10 23 15 10

ПК 04.08.00.00

Обойма

10

185

15

Рис. 273

При большом числе составных частей изделия спецификация может располагаться на нескольких листах, в нижней части каждого из которых должна быть основная надпись. Выполнение основной надписи на первом листе спецификации производится по ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 140—74, СТ СЭВ 365—76) по форме 2 (рис. 273, а), а на всех последующих — по форме 2а (рис. 273, б).

Вносимые в спецификацию составные части, входящие в специфицируемое изделие, и конструкторские документы относят к одному из восьми разделов, располагаемых в следующей последовательности:

- 1) документация;
- 2) комплексы;

- 3) сборочные единицы;
- 4) детали;
- 5) стандартные изделия;
- 6) прочие изделия;
- 7) материалы;
- 8) комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия.

Спецификация, выполняемая обычно при изучении курса машиностроительного черчения, состоит из шести разделов, которые располагают в такой последовательности: документация, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия и материалы.

Характер содержания разделов и последовательность записей внутри каждого из них следующие:

1. **Документация.** В раздел записывают основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия (кроме его спецификации), а также документы основного комплекта записываемых в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей), кроме их рабочих чертежей.

Внутри этого раздела документы располагают в следующей последовательности:

- а) документы на специфицируемое изделие;
- б) документы на неспецифицируемые составные части.

2. **Сборочные единицы.** В раздел включают сборочные единицы (их спецификации), входящие в специфицируемое изделие, на которые выполнены чертежи.

3. **Детали.** В раздел записывают детали, входящие непосредственно в специфицируемое изделие, на которые выполнены чертежи.

Внутри разделов «Сборочные единицы» и «Детали» записи производят в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

4. **Стандартные изделия.** В раздел вносят изделия, применяемые по следующим категориям стандартов: государственным, республиканским, отраслевым и стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов записи производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению, например: крепежные изделия, подшипники, арматура, электротехнические изделия и т. п.; в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий, например: болт, винт, гайка, шпилька и т. п.; в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия, например диаметра, длины.

5. **Прочие изделия.** В раздел включают изделия, примененные не по основным конструкторским документам, а по техни-

ческим условиям, каталогам и прейскурантам (за исключением стандартных изделий).

Внутри раздела записи изделий производят по однородным группам; в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

6. Материалы. В раздел вносят все материалы в виде прутков, проволоки, листов, полос, труб, лент и пр., непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Материалы записывают по видам в следующей последовательности: металлы черные; металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные; металлы цветные, благородные и редкие; пластмассы и пресс-материалы бумажные, текстильные и др.

В пределах каждого вида материалы указывают в алфавитном порядке наименований; в пределах каждого наименования — по возрастанию размеров или других технических параметров.

Наименование каждого раздела спецификации в виде заголовка, который необходимо подчеркнуть, указывают в графе «Наименование». Поскольку в зависимости от стадии разработки изделия, объема записей и т. п. может возникнуть необходимость внесения в отдельные разделы спецификации дополнительных записей, то после каждого раздела надо оставлять несколько свободных строк. Допускается резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

Более подробные сведения о заполнении спецификации приведены в ГОСТ 2.108—68 и 2.105—79.

§ 42. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

Сборочный чертеж — документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Таковыми данными являются: 1) изображения сборочной единицы, дающие представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу; 2) сведения, обеспечивающие возможность сборки и контроля сборочной единицы; 3) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть проконтролированы или выполнены по сборочному чертежу; 4) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подбор деталей, их пригонка и т. п.); 5) указания о способе выполнения неразъемных соединений (сварных, паяных и др.); 6) номера позиций составных частей, входящих в изделие; 7) основные характеристики изделия (при необходимости); 8) габаритные размеры, определяющие предельные внешние или внутренние очертания изделия; установочные размеры,

по которым изделие устанавливается на месте монтажа; присоединительные размеры, по которым изделие присоединяется к другим изделиям, и другие необходимые для сборки размеры.

ГОСТ 2.109—73 допускает в сборочные чертежи включать данные о функциях изделия и о взаимодействии его частей. В связи с этим на сборочных чертежах часто приводятся данные и построения, которые разъясняют конструкцию и принцип действия изделия, например: 1) стрелки, показывающие направление вращения валов; 2) модуль, число зубьев, угол наклона и направление зубьев зубчатых колес; 3) размеры диаметров начальных окружностей зубчатых колес; 4) межосевые расстояния зубчатых передач; 5) указание о левой резьбе (*ЛН*); обозначение резьбы, если она не определена в спецификации или в технических требованиях; 6) изображение профиля специальной резьбы (на местном разрезе) и др.

Число изображений и их содержание на сборочном чертеже зависят от необходимости выявить форму и взаимное расположение деталей сборочной единицы. Так, например, представленный на рис. 294 сборочный чертеж изделия «Рычаг» содержит следующие изображения:

- 1) ломаный разрез *А—А*;
- 2) вид слева;
- 3) сечение *Б—Б*.

Изображения и штриховка сечений и разрезов выполняются по правилам, изложенным, соответственно, в ГОСТ 2.305—68 и ГОСТ 2.306—68. Изображения желательно располагать в проекционной связи, что облегчает чтение чертежа. Однако отдельные изображения могут быть размещены на свободном месте поля чертежа и вне проекционной связи, если это ведет к уменьшению формата чертежа.

Основная надпись сборочного чертежа должна быть выполнена по ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 140—74, СТ СЭВ 365—76).

Наименование изделия и обозначение сборочного чертежа при этом должно быть одинаково с наименованием и обозначением в спецификации, с добавлением шифра СБ.

Все составные части изделия на сборочном чертеже нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций наносят на чертеже на полках линий-выносок, проведенных от изображений составных частей изделия. Линии-выноски должны пересекать контур изображения и заканчиваться на нем точкой. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые. Линии-выноски не должны пересекаться и не должны по-возможности пересекать изображения других составных частей изделия и размерные линии, а также не должны быть параллельны линиям штриховки. Номер позиции наносят, как правило, один раз, но допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

Полки номеров позиций должны быть параллельны основной надписи и сгруппированы в колонку или строку. Шрифт номеров позиций должен быть на один-два номера больше шрифта размеров чисел чертежа.

Для группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления, допускается проводить общую линию-выноску. При этом полки номеров позиций надо располагать в колонку, их концы соединять сплошной тонкой линией.

§ 43. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ И ЧЕРТЕЖАХ ОБЩЕГО ВИДА СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

На сборочных чертежах и чертежах общего вида помимо вычерчивания различных соединений, выполненных при помощи крепежных резьбовых изделий, шпонок, штифтов, клепки, сварки, склеивания и других способов, рассмотренных в гл. III и V, часто приходится изображать изделия, а также детали машин и приборов, которые являются настолько распространенными, что на особенностях их изображения следует остановиться подробнее.

Изображение опор качения

Опоры качения, устанавливаемые на опорных частях (цапфах) валов и осей, находят широкое применение в современном машиностроении и приборостроении.

Типы и размеры подшипников качения стандартизированы (см. ГОСТ 8328—75 «Подшипники роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами. Типы и основные размеры», ГОСТ 333—79 «Подшипники роликовые, конические, однорядные. Основные размеры» и др.).

Наиболее часто применяемые в машиностроении и приборах типы подшипников качения изображены на рис. 275. Большинство подшипников качения состоит из нескольких частей: колец (наружного и внутреннего или торцовых), шариков или роликов и сепаратора, устанавливающего шарики или ролики на определенном расстоянии друг от друга.

Подшипники качения бывают:

1. По форме тел качения:

- а) шариковые (рис. 275, а, б, в, г, д, е);
- б) роликовые: с цилиндрическими (рис. 275, ж, з, и); коническими (рис. 275, л); бочкообразными (рис. 275, к) роликами; игольчатые подшипники (рис. 275, м).

2. По направлению действия нагрузки:

- а) радиальные (рис. 275, а, б, г, ж, з, и, м);
- б) радиально-упорные (рис. 275, к, л);
- в) упорные (рис. 275, д, е).

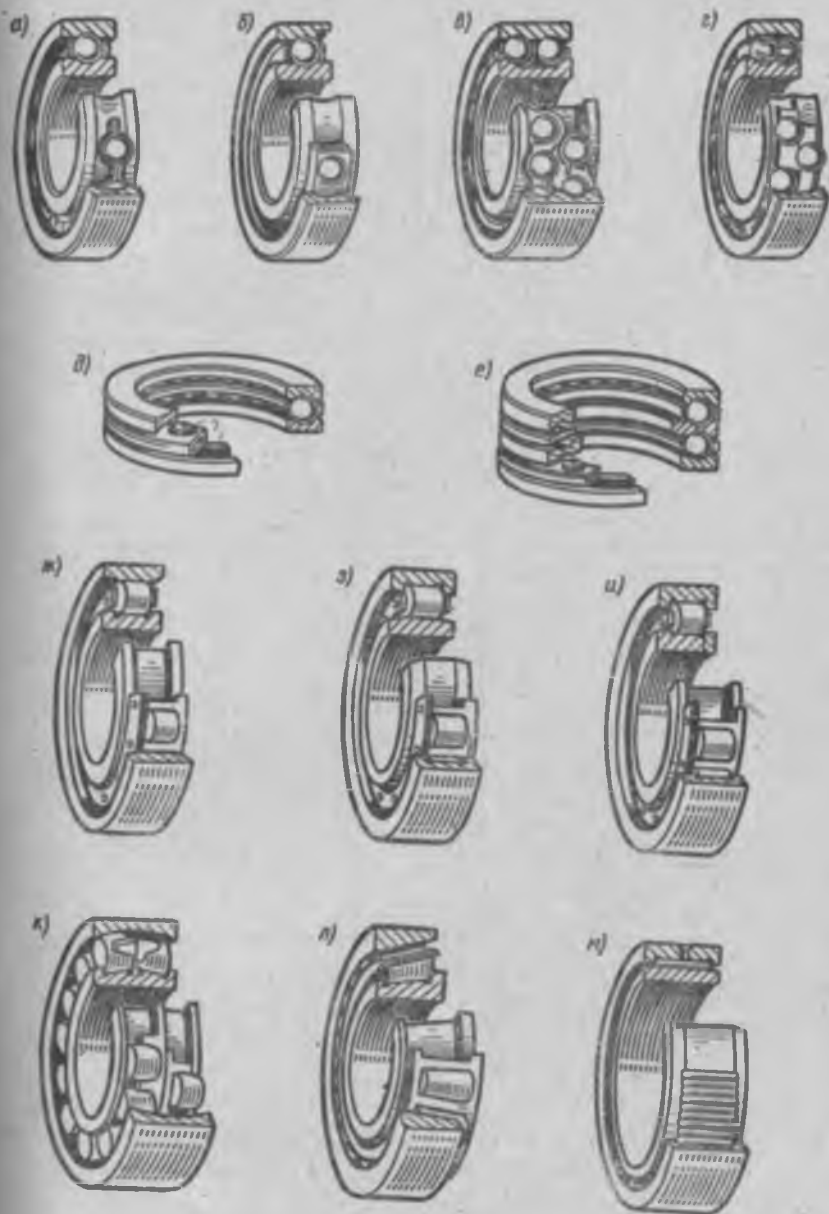


Рис. 275

3. По числу рядов тел качения:
 - а) однорядные (рис. 275, а, б, ж, з, и, л, м);
 - б) двухрядные (рис. 275, в, г, е, к).

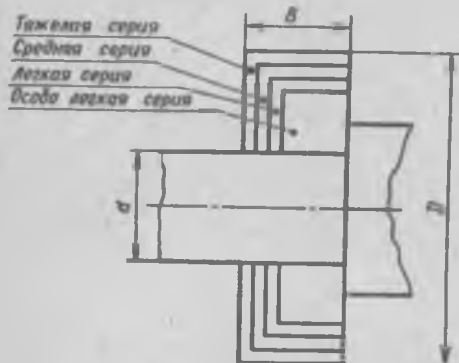


Рис. 276

изготовленного в соответствии с ГОСТ 8338—75, имеет различные серии, отличающиеся друг от друга размерами наружного

диаметра D и шириной B кольца при одном и том же размере внутреннего диаметра d внутреннего кольца (рис. 276). Указанный подшипник может быть изготовлен при $d = 20$ мм с размерами по табл. 10.

Каждый типоразмер подшипника определенной серии условно обозначают цифрами, представляющими его характеристику. Условное обозначение изображенного на рис. 275, а однорядного радиального шарикоподшипника особолегкой серии с основными размерами $d' = 20$ мм, $D = 42$ мм и $B = 12$ мм записывается так:

Таблица 10

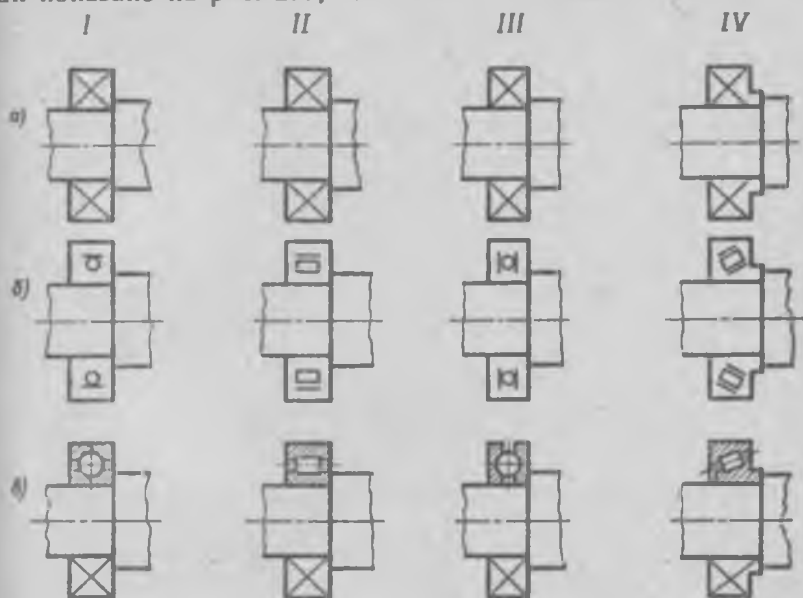
Серия	D , мм	B , мм
Сверхлегкая	32; 37	7; 9
Особолегкая	42	8; 12
Легкая	47	14
Средняя	52	15
Тяжелая	72	19

Подшипник 104. ГОСТ 8338—75

В обозначении число 10 характеризует тип подшипника, а число 4 — величину внутреннего диаметра d (при $d = 20 \dots 495$ мм это число получают делением d на 5).

На сборочных чертежах и чертежах общих видов в осевых разрезах подшипники качения изображают упрощенно и условно по ГОСТ 2.420—69 ЕСКД, не указывая конструкции и типа под-

шипника, а вычерчивая сплошными основными линиями его контур, пересеченный по диагоналям сплошными тонкими линиями, как показано на рис. 277, а.



I — шарикоподшипник радиальный однорядный;
II — роликоподшипник радиальный однорядный с короткими цилиндрическими роликами;
III — шарикоподшипник упорный однорядный;
IV — роликоподшипник с коническими роликами

Рис. 277

Если требуется указать тип подшипника, то в контур подшипника вписывают условное графическое обозначение по образцу, представленному на рис. 277, б (см. ГОСТ 2.770—68 ЕСКД). Для наглядности допускается и более подробное изображение подшипника, но без фасок, галтелей и сепаратора, как показано на рис. 277, в.

Кроме подшипников, промышленностью выпускаются стандартные игольчатые ролики, изготавливаемые по ГОСТ 6870—72 диаметром от 1,6 до 6 мм и длиной от 8 до 60 мм. Условное обозначение игольчатых роликов по ГОСТу:

Ролик 2х20 ГОСТ 6870—72.

Здесь: 2 — диаметр ролика в миллиметрах; 20 — его длина в миллиметрах.

Для нестандартных опор качения выпускаются также стандартные шарики. В ГОСТ 3722—60 имеются размеры диаметров шариков, например, 3,175 мм (1/8"), 6,35 мм (1/4"), 12,7 мм (1/2") и т. п.

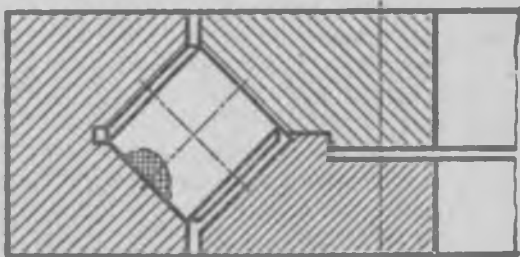


Рис. 278

По величине допускаемых отклонений от номинального диаметра шарики разделяются на четыре класса: В — высокого, П — повышенного, Н — нормального класса, Р — разного назначения. Условное обозначение стандартного шарика:

Шарик III 12,7 мм Н ГОСТ 3722—60.

Здесь III — группа точности; 12,7 мм — диаметр шарика; Н — класс.

Успехи в технологии изготовления полимерных материалов позволяют в настоящее время получать прочные и легкие пластмассовые ролики из блочного капролита. Такие ролики, применяемые в опорах поворотных кругов на трубопрокатном заводе, показаны на рис. 278.

Изображение уплотнений

Уплотнения различных видов * служат для обеспечения герметичности в подвижных и неподвижных соединениях деталей, предотвращения утечки рабочей среды (жидкости или газа), защиты перемещающихся относительно друг друга поверхностей от пыли, грязи и т. п. Среди требований, предъявляемых к уплотнениям, можно назвать такие, как износостойкость, антифрикционность, теплостойкость, химическая стойкость (антикоррозийность) и др.

В зависимости от назначения уплотнений для их изготовления могут быть использованы следующие материалы: техническая резина, текстиль, прессшпан (прессованный промасленный картон), паронит, асбестовый шнур и др. Широко распространены уплотнения из полимерных материалов: фторопласта, винипласта, полиэтилена, капрона и др.

Уплотнение зазоров в стыках неподвижных соединений (фланцев, крышек, арматуры трубопроводов) осуществляют торцовыми уплотнениями — прокладками. Вырезанные из листового материала или вырубленные в штампах прокладки закладывают под крышки и фланцы корпусов вентилях, задвижек, двигателей. Форма прокладки должна соответствовать форме уплотняемых поверхностей. Прокладки различной конфигурации, используемые для уплотнения соединений в многоцилиндровых автотракторных двигателях, показаны на рис. 279. Сведения о материалах, применяемых при изготовлении прокладок для арматуры трубопроводов, приведены в справочниках.

Уплотнение зазоров между сопряженными цилиндрическими поверхностями выполняют при помощи *радиальных уплотнений*.

Кольца, закладываемые в кольцевые проточки, выполненные в одной из деталей (рис. 280), позволяют осуществить простейший вариант радиального уплотнения. Заложенные в проточки кольца должны несколько выступать из проточек. Тогда кольцо, деформируемое в процессе сборки, благодаря силам упругости прижимается к охватывающей цилиндрической поверхности. Изготавливаемые из различных материалов, таких, как технический войлок,

* Термины и определения контактных уплотнительных устройств для машин, приборов и аппаратов содержит ГОСТ 15184—70.

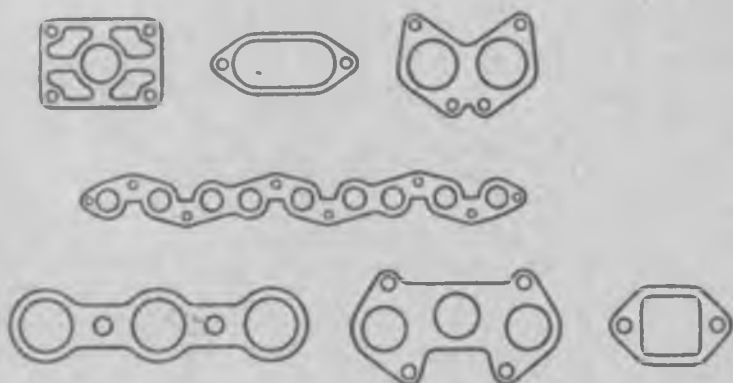
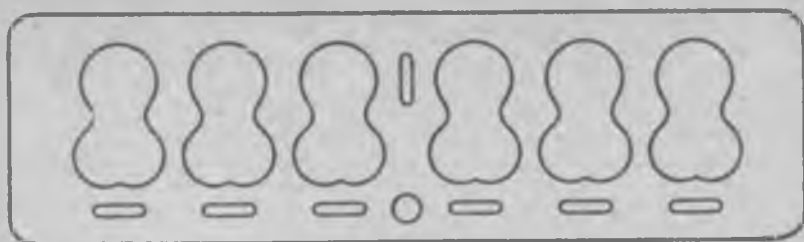


Рис. 279

фетр, техническая резина, полимеры и др., кольца могут иметь и различную форму поперечного сечения. Кольца прямоугольного сечения, изготовленные из технического войлока или фетра и устанавливаемые в трапециевидные проточки крышек, предотвращают также вытекание смазки (рис. 281). Работоспособность такого уплотнения и его долговечность зависят от соотношения размеров вала, уплотнительного кольца и проточки. При определенных условиях, например низком давлении среды, уплотнение можно создавать путем заполнения густой смазкой кольцевых проточек *А* полукруглого сечения — жировых канавок (рис. 282), а также канавок *Б* более сложного профиля — лабиринтного уплотнения (рис. 282, 283).

В пневматических и гидравлических системах весьма распространены уплотнения манжетами. На рис. 284, *а* представлены манжетные уплотнения 1, 2 в гидравлическом буфере. Манжеты изготовляют из кожи или ее заменителей: севанита, маслостойкой технической резины, полиэтилена, капрона, винипласта и др. Манжеты часто армируют металлическими кольцами *А* (рис. 284, *б*). Применяют также ком-

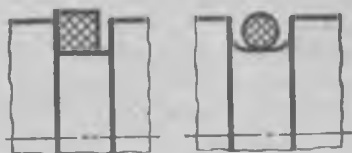


Рис. 280

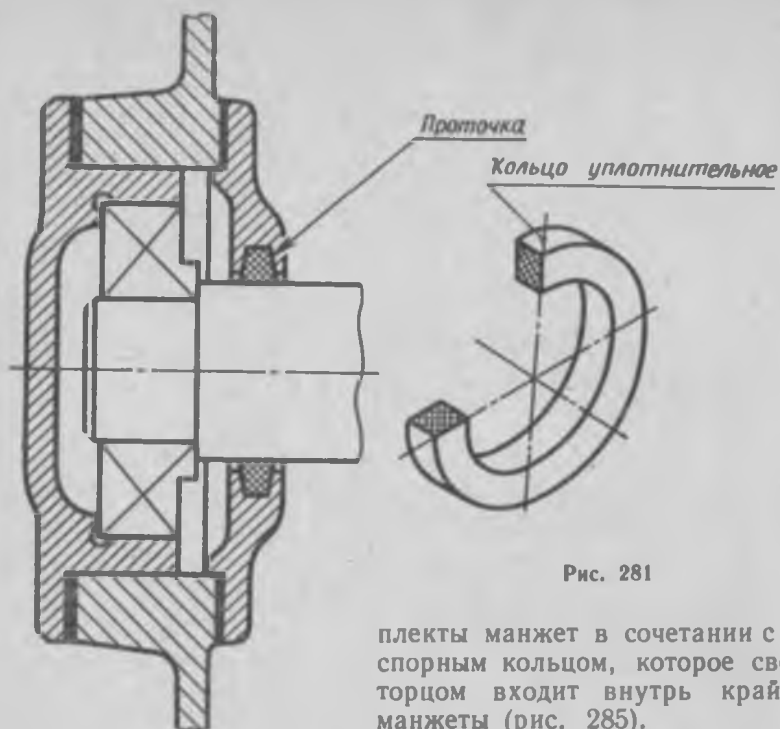


Рис. 281

плекты манжет в сочетании с распорным кольцом, которое своим торцом входит внутрь крайней манжеты (рис. 285).

Пример использования торцовых аксиальных и радиальных уплотнений различных видов в опорах вала редуктора представлен на рис. 286. Уплотнение между втулкой и стаканом осуществляется при помощи консистентной смазки, закладываемой в кольцевые проточки А. В крышке установлена армированная

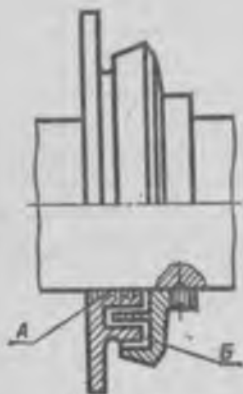


Рис. 282

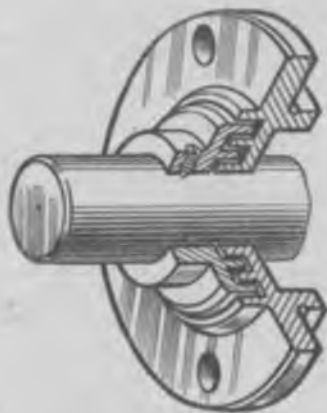


Рис. 283

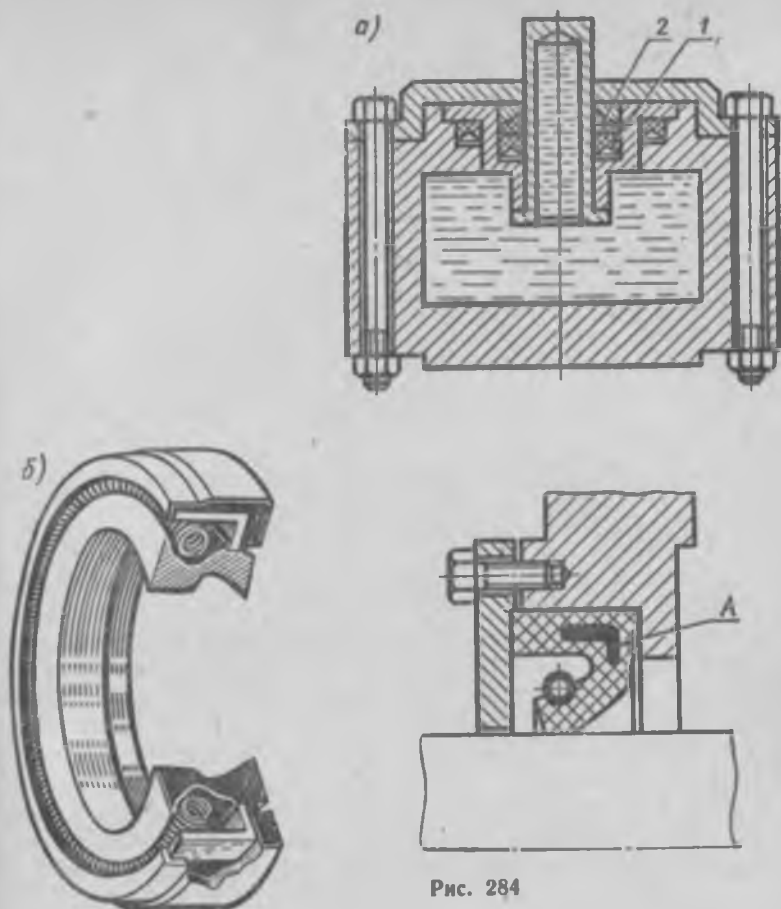


Рис. 284

манжета *Б* с пружинным кольцом. Между торцами крышки и стакана уплотнение выполнено торцовыми прокладками *В*.

Для цилиндрических поверхностей деталей, редко и медленно перемещающихся относительно друг друга (например, шпинделей арматуры трубопроводов, рис. 287, *а*), применяют уплотнения с мягкой набивкой армированными шнурами (рис. 288, *а*, *б*) и плетеными шнурами различных сечений (рис. 288, *в*) или разрезными кольцами из таких же шнуров. Такие уплотнения носят название *сальниковых*. Шнуры, изготовленные из хлопчатобумажной, пеньковой или асбестовой пряжи, пропитывают густой смазкой, в состав которой входит церезин, коллоидный графит, технический вазелин.

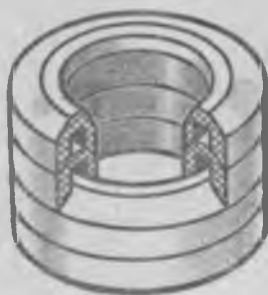


Рис. 285

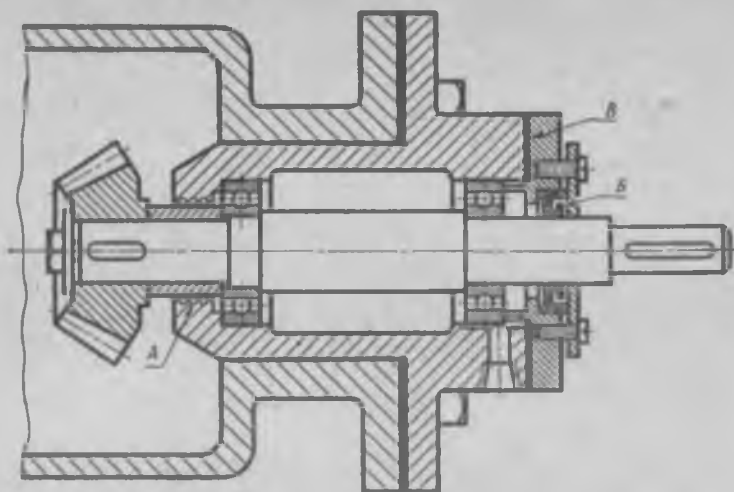


Рис. 286

Для уплотнения шпинделя в корпусе вентиля или задвижки шнур или кольца 1 (см. рис. 287, а) закладывают в корпус 2 сальника. При навинчивании накидной гайки 3 конический торец втулки 4 сальника сжимает мягкую набивку, деформирует ее, создавая плотное прилегание ее к шпинделю и корпусу 2. На сборочных чертежах втулку 4 сальника изображают в выдвинутом вверх положении и соприкасающейся с накидной гайкой, которая навинчена на резьбу крышки корпуса 2 не более чем на 2—3 витка. Со временем мягкая набивка теряет упругие свойства и изнашивается. Восстановление свойств сальникового уплотнения может быть достигнуто подтяжкой набивки накидной гайкой 3 и втулкой 4.

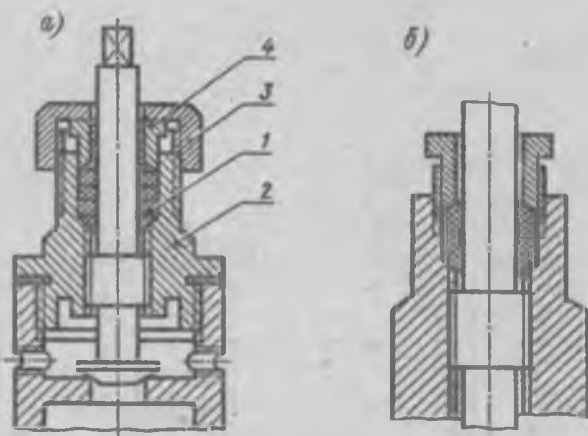


Рис. 287

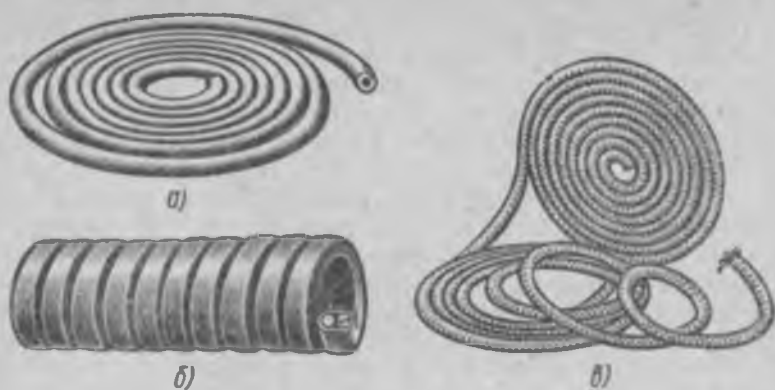


Рис. 288

На сборочных чертежах и чертежах общих видов для упрощения изображают сальниковую набивку сплошной (рис. 287, б), не указывая форму поперечного сечения шнура.

Изображение устройств для смазывания

Надежно действующая система смазывания в машинах и механизмах, детали которых совершают взаимное относительное перемещение, является необходимой для обеспечения их долговечности. Недостаточное смазывание приводит к быстрому изнашиванию, нагреву и заеданию деталей, что влечет за собой выход машины из строя.

Периодическое смазывание трущихся поверхностей (например, опорной части вала, вкладыша подшипника скольжения) можно осуществлять стандартной колпачковой масленкой (рис. 289). Масленка состоит из резервуара и колпачка, навинчиваемого на резервуар. При повороте колпачка на некоторый угол находящаяся в резервуаре консистентная (густая) смазка вы-

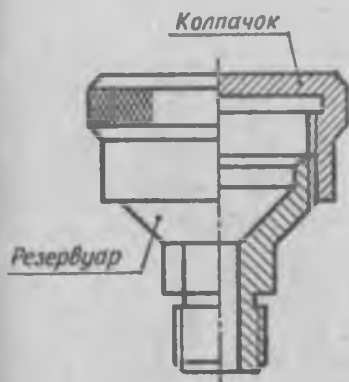


Рис. 289

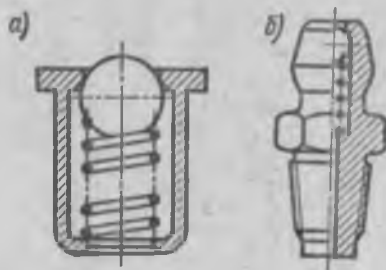


Рис. 290

давливается и распределяется по трущимся поверхностям. Требуемая в большом количестве смазка может подаваться при помощи шприца через пресс-масленку с обратным шариковым клапаном (рис. 290). Корпус пресс-масленки выполняют гладким цилиндрическим (рис. 290, а) или с резьбой (рис. 290, б). Размеры колпачковых масленок и пресс-масленок установлены соответственно ГОСТ 20905—75 и ГОСТ 19853—74. На сборочных чертежах и чертежах общих видов масленки, попадающие в секущую плоскость, как правило, показывают нерассеченными. Пресс-масленки весьма распространены в смазочных устройствах подшипников качения, которые требуют тщательной защиты от попадания в зону качения шариков (или роликов) пыли и влаги, ведущих к интенсивному износу и коррозии.

Изображение пружин

В процессе сборки пружина обычно деформируется. При постановке на место она может быть сжата (пружина сжатия), растянута (пружина растяжения), скручена (пружина кручения) или изогнута (пружина пластинчатая). Регулирование величины начальной деформации осуществляется различными способами, например, установочным винтом с контргайкой, как показано на рис. 291, а, или специальной гайкой (рис. 291, б, в).

Выполняя чертеж общего вида или сборочный чертеж, следует учитывать величину начальной деформации, изображая, к примеру, винтовые пружины с измененным шагом витков по сравнению с изображением их на рабочем чертеже детали, на котором пружины вычерчены в свободном состоянии.

Винтовые пружины на чертежах общего вида и сборочных чертежах изображают, как правило, с правой навивкой независимо от действительного ее направления.

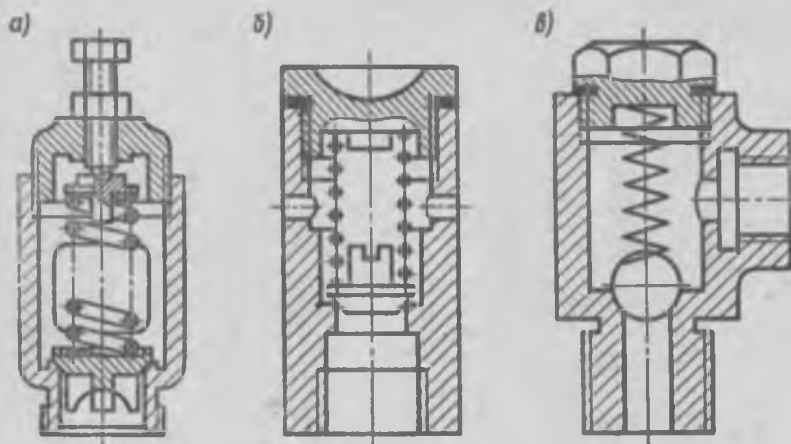


Рис. 291

Если число витков пружины больше четырех, на каждом конце ее вычерчивают только один-два витка (не считая опорных), а через центры фигур сечения витков проводят осевые линии по всей длине пружины (рис. 291, а). Пружину можно изображать нерассеченной, допускается также изображать пружину в разрезе только поперечными сечениями витков (рис. 291, б). При этом условно считают, что пружина закрывает собой расположенные за ней элементы деталей до контура сечений или до осевых линий этих сечений. Если диаметр сечений витков пружины не превышает 2 мм, то сечения зачерняют.

При изображении витков пружины круглого сечения или при толщине сечения иного профиля менее 2 мм пружину допустимо показывать только наклонными к оси прямыми линиями, толщиной 0,6—1,5 мм (рис. 291, в).

Некоторые конструктивно-технологические особенности изображения соединений деталей

1. Процесс установки втулки (рис. 292, а) или валика (рис. 292, б) в отверстие корпуса облегчается в том случае, когда на торцах охватываемой и охватывающей поверхностей имеются фаски.

2. Для снижения концентрации напряжений и повышения прочности ступенчатых валов и осей в местах перехода от мень-

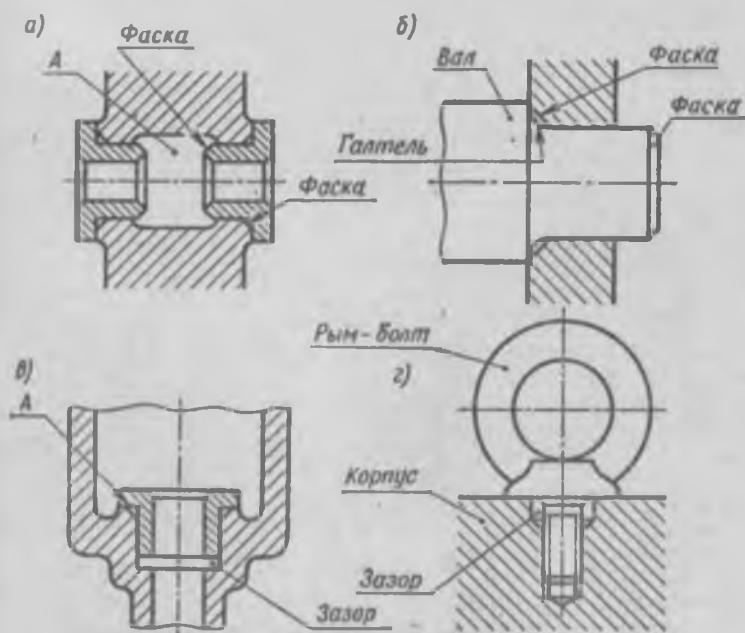


Рис. 292

шего диаметра к большему выполняют галтели (рис. 292, б). Размеры фаски охватывающего отверстия следует выбирать таким образом, чтобы избежать контакта между ее поверхностью и кольцевой поверхностью галтели.

3. Если внутри детали (корпуса) имеется соосная с расточенным или сверленным отверстием необработанная цилиндрическая поверхность (на рис. 292, а поверхность А), она должна выполняться большего диаметра, чем диаметр отверстия, что уменьшает внутреннюю обработку (расточку).

4. Для обеспечения плотности прилегания торцов двух деталей цилиндрической формы одна из них должна упираться в другую только одной торцевой поверхностью (на рис. 292, в поверхность А), что может быть достигнуто при наличии зазора между другими торцевыми поверхностями деталей.

5. Поскольку рым-болт должен быть ввинчен до упора запле-чиком в корпус детали и недорез резьбы не должен этому препятствовать, зенковку резьбового отверстия детали выполняют большей глубины, чем недорез резьбы рым-болта (рис. 292, г).

Дополнительная обработка деталей при сборке и отражение ее на сборочных чертежах

Поступающие на сборку детали, изготовленные в соответствии с имеющимися на них рабочими чертежами, иногда подвергаются дополнительной обработке совместно с другими деталями,

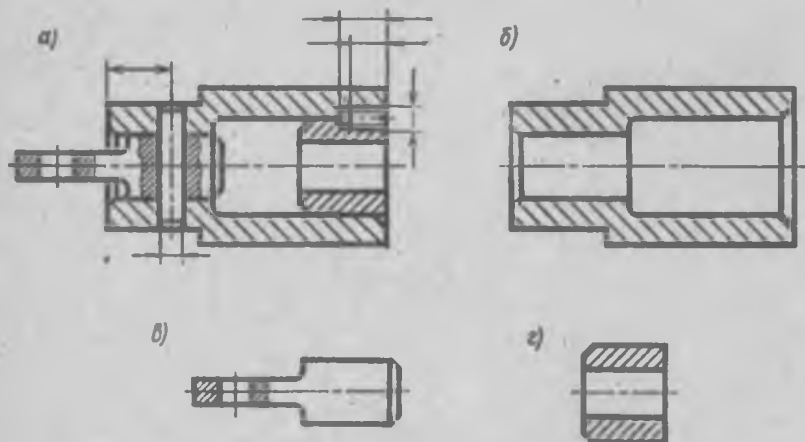


Рис. 293

входящими в состав сборочной единицы (рис. 293). Данные, необходимые для дополнительной обработки (например, сверления отверстий под штифты, нарезания резьбы и пр.), приводятся только на сборочном чертеже изделия (рис. 293, а).

Особенности выполнения отдельных видов сборочных чертежей

Чертежи неразъемных соединений деталей, соединяемых сваркой, пайкой, склеиванием, клепкой, опрессовкой, заливкой, относятся к сборочным чертежам.

Если деталь больших размеров и сложной конфигурации соединяется с деталью менее сложной и меньших размеров опрессовкой, пайкой, сваркой, клепкой, заформовкой, то допускается на сборочном чертеже изделия указывать все размеры и другие данные, необходимые для изготовления и контроля основной детали, и выпускать отдельные чертежи только на менее сложные детали.

На рис. 294 представлен сборочный чертеж неразъемного соединения корпуса рычага из полимерного материала — волокнита со стальным пальцем 1, полученного путем опрессовки в прессформе.

Чертеж несложной детали — пальца 1 представлен на рис. 295. Спецификацию в этом случае выполняют в соответствии с общими правилами.

Часто изделие изготавливается наплавкой на деталь металла или сплава, заливкой ее поверхностей или элементов пластмассой, резиной и т. п. В этом случае на армированное изделие не выпускают отдельный чертеж, а пользуются непосредственно сборочным чертежом, на котором должны быть все необходимые данные для изготовления и контроля изделия, а также размеры поверхностей или элементов под наплавку, заливку и т. п., размеры окончательно готовой сборочной единицы и данные о материале.

На наплавляемый металл, пластмассу, техническую резину, которыми заливают армирующую деталь, чертежи не выпускают. В спецификацию сборочной единицы их записывают как материал с указанием в графе «Кол.» массы, а в графе «Примечание» — единицы ее измерения.

Неразъемные соединения деталей заформовкой широко распространены в приборостроении. Детали заформовывают в пластмассу или в металлы, находящиеся в пластическом состоянии, причем концы деталей для обеспечения прочного соединения имеют рифление, насечки, выточки (см. рис. 294), лыски и др. Заформовка применяется также для местного усиления деталей, изготовленных из пластмасс или мягких материалов, для защиты металлических деталей от коррозии, действия высоких и низких температур (путем покрытия деталей специальной пластмассой).

Ниже, на рис. 307 показан сборочный чертеж изделия «Колесо зубчатое» из капрона с армирующей стальной втулкой.

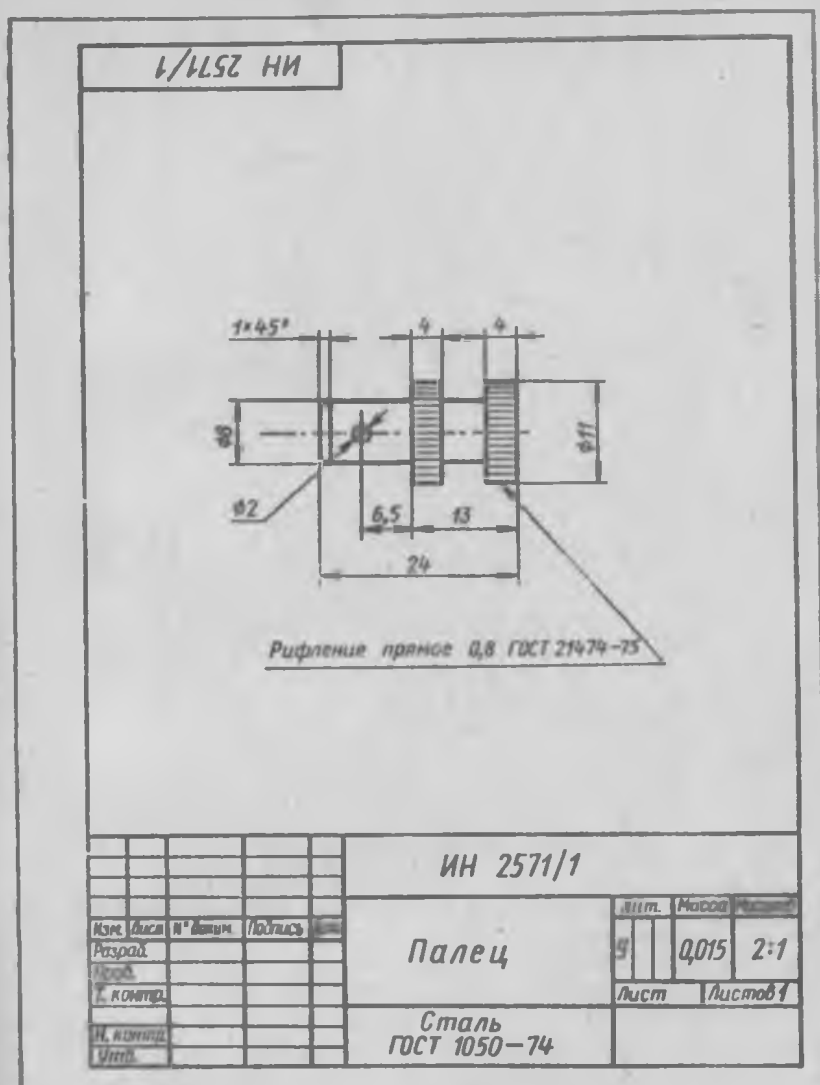


Рис. 295

§ 44. УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ ОБЩЕГО ВИДА И СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Допускаемые различными стандартами ЕСКД условности и упрощения изображений на чертежах позволяют сократить объем графической работы и облегчить чтение чертежа. Кроме ранее рассмотренных упрощений, допустимых в то же время и для чертежей общих видов и сборочных чертежей (см. гл. II и III),

ГОСТ 2.109—73 содержит дополнительные сведения об условностях и упрощениях, непосредственно относящихся к выполнению сборочных чертежей. Так, по ГОСТ 2.109—73 допускается не изображать на сборочных чертежах мелкие элементы деталей: фаски, скругления (галтели), проточки, углубления, выступы, рифления, насечки и др., а также зазоры между стержнем и отверстием.

Упрощенные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах и чертежах общих видов должны соответствовать ГОСТ 2.315—68 «Изображения упрощенные и условные крепежных деталей» (см. гл. III).

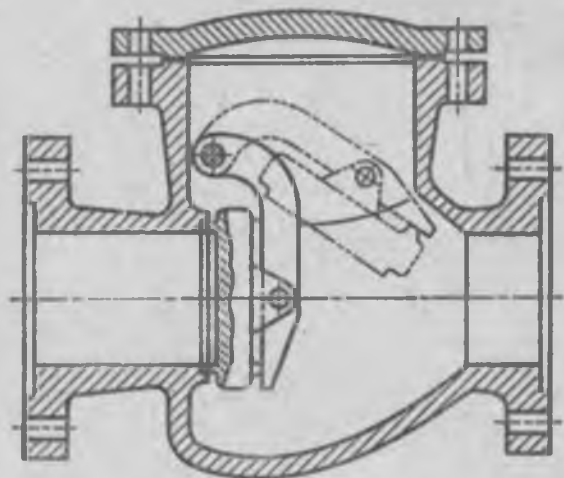


Рис. 296

Изделия из однородного материала, выполненные сваркой, пайкой, склеиванием, в разрезах и сечениях следует штриховать в одном направлении как монолитные. Границы между деталями в таких случаях изображают сплошными основными линиями.

В том случае, если изделие имеет несколько одинаковых по форме и размерам, равномерно расположенных деталей или их элементов (болтов, винтов, шпилек, гаек, отверстий и пр.), допускается выполнить изображение одной детали или элемента, остальные же можно изобразить упрощенно, условно или вообще не показывать, отметив лишь их расположение осевыми линиями.

Крайние положения деталей, перемещающихся в процессе действия изделия, показывают штрихпунктирной тонкой линией с двумя точками. На рис. 296 приведено изображение обратного поворотного клапана в закрытом и открытом положениях.

Допускается условно изображать сплошной тонкой линией пограничные (соседние) изделия («обстановку») или их части, ука-

Рис. 297

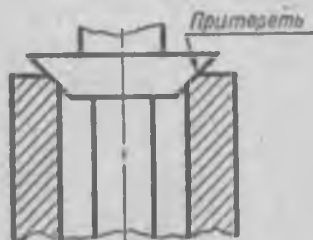
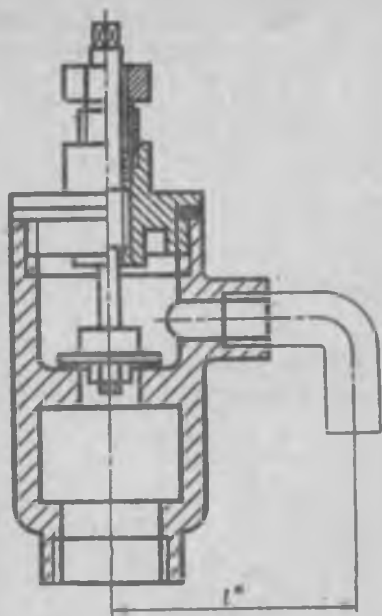


Рис. 298

зывая при этом размеры, определяющие их взаимное расположение (рис. 297).

Допускается помещать на сборочных чертежах специальные технологические указания в том случае, если они являются единственными, обеспечивающими качество изделия (рис. 298).

Для упрощения чертежа допускается изображать на разрезах нерассеченными составные части изделий, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи, а также вычерчивать лишь контурное очертание тех составных частей, которые широко применяются в производстве.

На отдельных изображениях: дополнительных видах, разрезах, сечениях допускается показывать только те части изделия, конструкция которого требует особого пояснения. Над таким изображением ставят соответствующее обозначение и номер позиции изображаемой детали, например: *Вид А поз. 8*.

Крышки, кожухи и т. п. на сборочных чертежах и чертежах общих видов можно не изображать, если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. В этом случае над изображением делается соответствующая надпись, например: *Кожух поз. 8 не показан*.

Изделия, изготовленные из прозрачного материала, изображают как непрозрачные. Однако допускается составные части изделия, такие, как шкалы, циферблаты, стрелки приборов и т. д., расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые.

§ 45. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ

Приведем пример выполнения в учебной практике чертежа общего вида сборочной единицы «Привод верхних прижимов» двустороннего шипорезного станка.

Обработка шипов и проушин в рамочных и каркасных деревянных конструкциях в современном деревообрабатывающем производстве выполняется на многошпиндельных шипорезных станках (рис. 299). Заготовки (деревянные бруски) пропускаются через несколько режущих инструментов, закрепленных на шпинделях головок и вращающихся индивидуальными электродвигателями.

На двустороннем шипорезном станке обрабатываемые заготовки-бруски 1 (рис. 300) подаются транспортером к режущему инструменту, последовательно проходя торцами между двумя пильными дисками 2 (обрезка концов); двумя проушечными фрезами 3 (фрезеровка проушины), четырьмя шипорезными фрезами 4 (фрезеровка шипов).

При выполнении чертежа общего вида сборочной единицы «Привод верхних прижимов» двустороннего шипорезного станка последнему (станку) присвоено обозначение: ШД 10.03.00.00 (Ш — обозначение группы станков — шипорезный; Д — обозначение подгруппы — двусторонний; 10 — обозначение основного параметра станка — для шипов шириной до 10 см; 03 — обозначение номера модели станка).

Краткое описание назначения и устройства изделия. Привод верхних прижимов (схема приведена на рис. 301) является частью механизма подачи заготовок шипорезного станка (перемещения заготовок в процессе резания). Механизм приводится в движение электродвигателем через коробку скоростей, барабан с тросами и рабочий орган подачи — гусеничную цепь, на которой закрепляются заготовки.

Ведущим валом, получающим вращение от соседнего звена механизма в приводе прижима, является его нижний вал, на котором на шпонке закреплено прямозубое цилиндрическое колесо, выполненное из полимерного материала (капрона) опрессовкой совместно со стальной втулкой. Через промежуточное зубчатое колесо вращение передается на верхний вал привода прижимов, который шарнирной муфтой с телескопическим валиком соединен с ведущим валом прижима. На этом валу, на шпонках, закреплены два ведущих шкива клиновых ремней, осуществляющих прижим обрабатываемых деревянных заготовок, расположенных на конвейерной цепи.

Распределение составных частей сборочной единицы по разделам спецификации. Составные части сборочной единицы «Привод верхних прижимов» (см. рис. 310) могут быть распределены по различным разделам спецификации следующим образом:

1. *Колесо зубчатое ведущее*, выполненное из капрона опрессовкой со стальной втулкой, представляет собой сборочную единицу, в состав которой входят деталь (*втулка*) и материал (*капрон*), и относится к разделу спецификации «Сборочные единицы».

2. Составные части изделия: *два зубчатых колеса, две вилки, сухарь, ось, палец, втулка, пружина, штырь, фиксатор и пять крышек* относятся к разделу «Детали». На каждую из этих деталей необходимо выполнить эскиз.

3. Крепежные составные части: *винты, шпильки, шайбы и шпонки*, а также *подшипники качения и шарик* должны быть отнесены к разделу «Стандартные изделия» и выполнения эскизов не требуют.

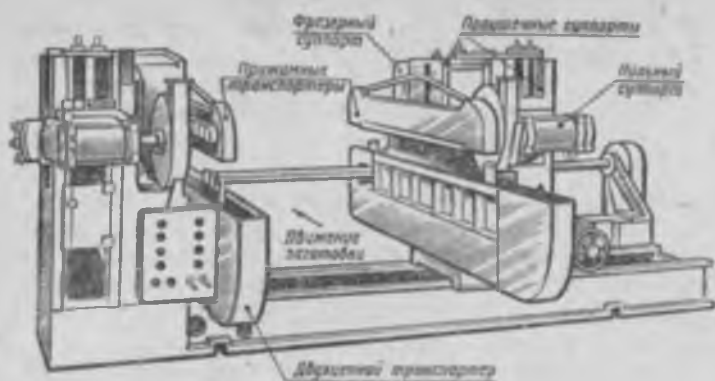


Рис. 299

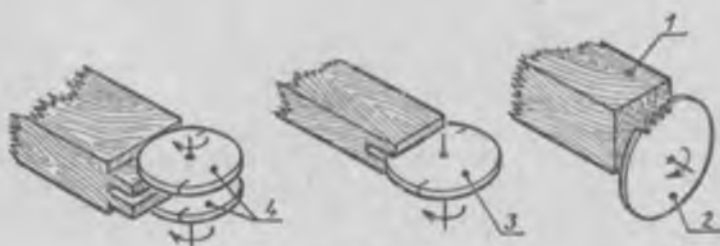


Рис. 300

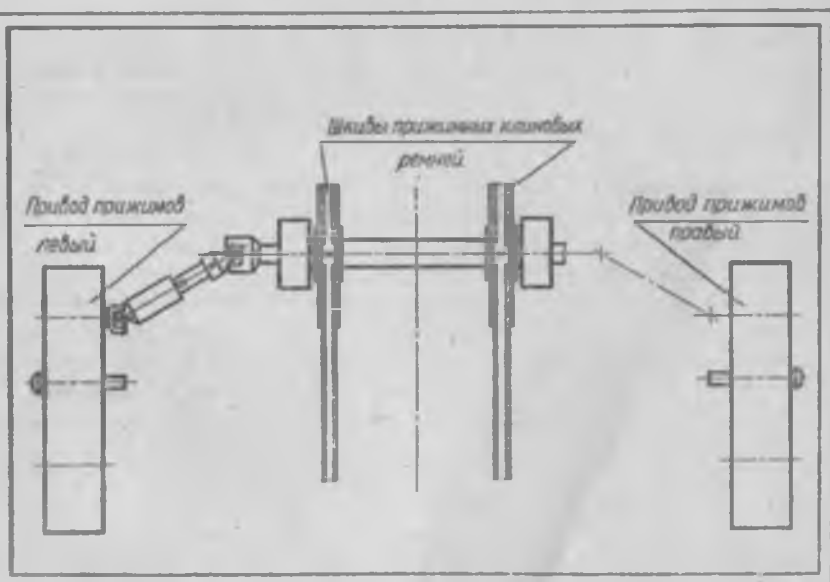


Рис. 301

4. *Пружинное кольцо*, тип и размеры которого определяются нормами машиностроения, и *уплотнительные кольца* различных размеров следует отнести к разделу «Прочие изделия».

Таким образом спецификация будет состоять из пяти разделов (первый раздел «Документация» будет содержать только одно наименование: «Чертеж общего вида»).

Присвоение обозначений составным частям изделия. Схема составных частей сборочной единицы «Привод верхних прижимов» с присвоенными им обозначениями представлена на рис. 302.

Выполнение эскизов деталей. Порядок эскизирования подробно описан в гл. IV. Эскизы выполняются на листах бумаги стандартного формата, графленной в клетку. При выполнении эскизов особое внимание следует обратить на соответствие размеров поверхностей деталей, сопрягаемых с другими деталями, и после окончания эскизирования тщательно их проконтролировать.

Эскизы деталей «Ось» (ШД 10.03.00.08), «Палец» (ШД 10.03.00.09), «Втулка» (ШД 10.03.00.10), «Штырь» (ШД 10.03.00.12), «Пружина» (ШД 10.03.00.14) могут содержать одно изображение — главный вид. Деталь располагают на эскизе горизонтально так, чтобы ее продольная ось была параллельна основной надписи. Эскиз детали «Пружина» (ШД 10.03.00.14) оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.401—68 ЕСКД (см. гл. IV).

На эскизах деталей «Колесо зубчатое» (ШД 10.03.00.03; ШД 10.03.00.04) и «Крышка» (ШД 10.03.00.11, ШД 10.03.00.15—ШД 10.03.00.18) достаточно выполнить два изображения — главный вид, совмещенный с фронтальным разрезом, и вид слева. При выполнении этих изображений можно использовать упрощения, допускаемые ГОСТ 2.305—68 ЕСКД. Поскольку виды слева деталей «Крышка» представляют собой симметричные фигуры, то

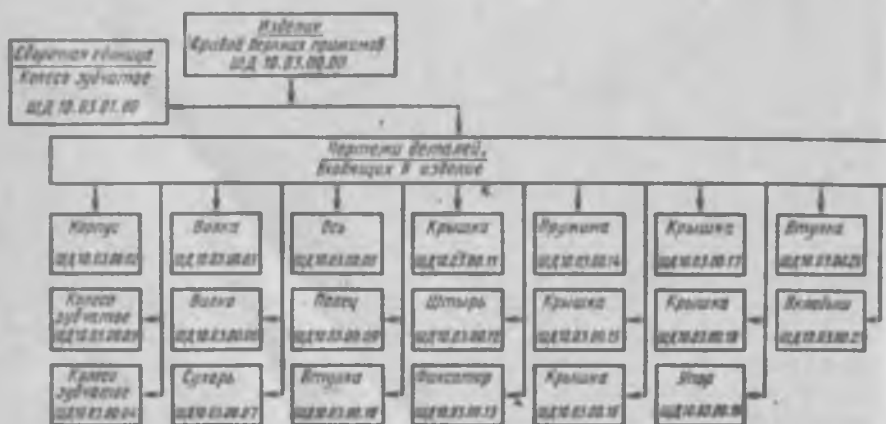


Рис. 302

достаточно вычертить для каждой детали половину изображения или немного больше половины с проведением во втором случае линии обрыва. На виде слева следует показать лишь одно из одинаковых и равномерно расположенных отверстий для крепежных винтов.

Изображения зубчатых колес на виде слева можно также упростить, показав только отверстие для вала со шпоночными пазами.

На эскизе детали «Сухарь» (ШД 10.03.00.07) следует выполнить три изображения (рис. 303), на эскизе детали «Фиксатор» (ШД 10.03.00.13) — два изображения.

Для полного выявления форм деталей «Вилка» (ШД 10.03.00.05 и ШД 10.03.00.06) необходимы следующие изображения (рис. 304 и 305):

1. Главный вид. Ось вилки следует расположить параллельно основной надписи. Для выяснения формы и положения отверстий может быть выполнен местный разрез.

2. Вид сверху с разрезом, на котором выясняется форма шпоночного паза и выемки у головки вилки.

3. Вид слева.

4. Сечение профильной плоскостью (см. рис. 304) детали «Вилка» (ШД 10.03.00.05) для уточнения формы шпоночного паза.

Эскиз наиболее сложной детали «Корпус» (ШД 10.03.00.02, рис. 306) должен иметь наибольшее число изображений:

1. Главный вид с местным разрезом (для выяснения формы и положения отверстий для крепежных деталей).

2. Вид слева. Можно вычертить половину изображения, так как вид представляет собой симметричную фигуру.

3. Вид справа, совмещенный с профильным разрезом.

4. Местный вид *Б* (повернутый), на котором изображена прямоугольная форма смотрового отверстия и расположение резьбовых отверстий для крепления крышки.

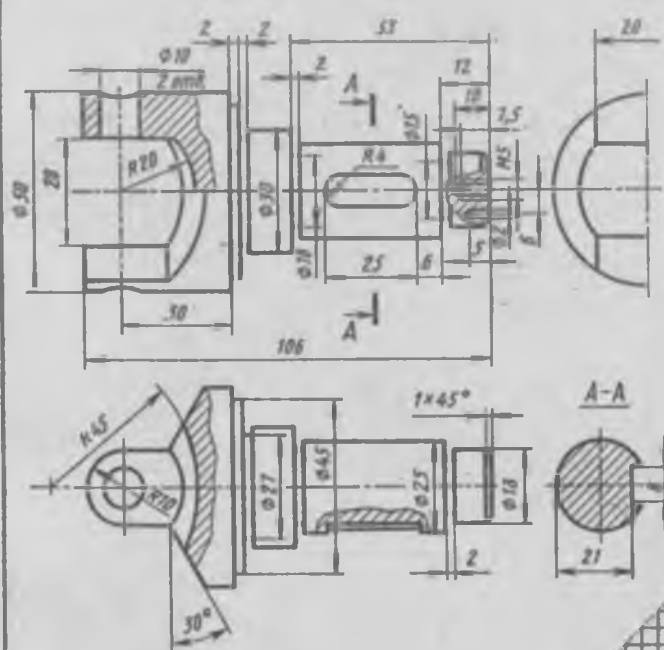
5. Сечение *А—А* по месту соединения стенок корпуса с его опорной частью.

Составление спецификации и выполнение сборочного чертежа сборочной единицы «Колесо зубчатое». На сборочном чертеже составные части изделия «Колесо зубчатое» должны быть обозначены номерами позиций в последовательности, записанной в спецификации, поэтому спецификацию надо заполнить перед выполнением сборочного чертежа. Спецификация должна отвечать требованиям ГОСТ 2.108—68.

Следует также учитывать, что допускаемое совмещение спецификации со сборочным чертежом возможно при условии их размещения на листе формата 11.

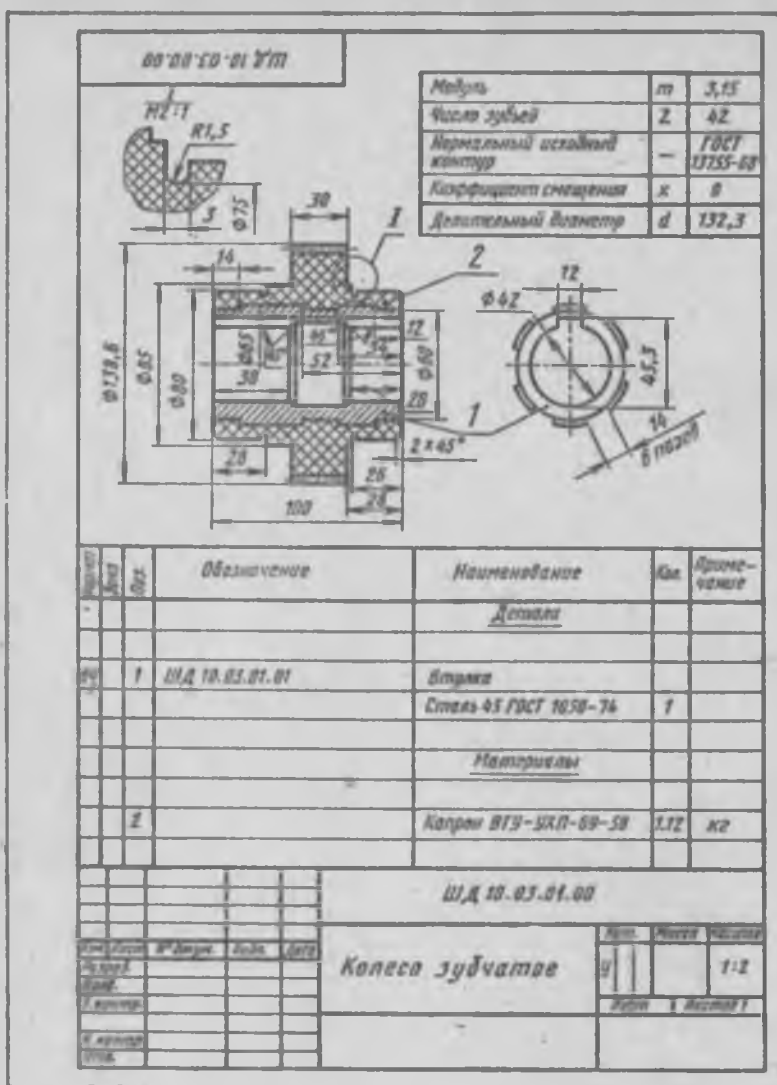
Порядок выполнения сборочного чертежа «Колесо зубчатое» может быть следующим: 1. Определение числа изображений и главного изображения.

ШД 10.03.00.05



				ШД 10.03.00.05			
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Вилка			
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия				
				Ст 3 ГОСТ 300-71			

Рис. 304



совку капроном и окончательную обработку колеса (зубонарезание и прочее).

вида изделия. Выполненная на двух листах формата 11 спецификация сборочной единицы «Привод верхних прижимов» при заказе на рис. 308, 309.

Этапы выполнения чертежа общего вида сборочной единицы «Привод верхних прижимов» аналогичны описанным ранее для сборочного чертежа сборочной единицы «Колесо зубчатое».

Код	Лист	Всего	Обозначение	Наименование	Примечание
				<u>Документация</u>	
12			ШД 10.03.00.00	Чертеж общего вида	
				<u>Сборочные единицы</u>	
11	1		ШД 10.03.01.00	Колесо зубчатое	1
				<u>Детали</u>	
11	2		ШД 10.03.00.02	Корпус	1
11	3		ШД 10.03.00.03	Колесо зубчатое	1
11	4		ШД 10.03.00.04	Колесо зубчатое	1
11	5		ШД 10.03.00.05	Вилка	1
11	6		ШД 10.03.00.06	Вилка	1
11	7		ШД 10.03.00.07	Сухарь	1
11	8		ШД 10.03.00.08	Ось	1
11	9		ШД 10.03.00.09	Палец	1
11	10		ШД 10.03.00.10	Втулка	2
11	11		ШД 10.03.00.11	Крышка	2
11	12		ШД 10.03.00.12	Штырь	1
11	13		ШД 10.03.00.13	Фиксатор	1
11	14		ШД 10.03.00.14	Пружина	1
11	15		ШД 10.03.00.15	Крышка	1
11	16		ШД 10.03.00.16	Крышка	1
11	17		ШД 10.03.00.17	Крышка	2
11	18		ШД 10.03.00.18	Крышка	1
11	19		ШД 10.03.00.19	Упор	1
ШД 10.03.00.00					
Итого	Лист 1	Всего листов	Лист	Всего	
Рисован					Апр.
Провер.					Лист
И. п. черт.					Лист
И. п. черт.					Лист
				Привод .	01
				верхних прижимов	1
					2

Рис. 303

Рис. 309

Формат	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
А4	20	ШД 10.03.00.00	Втулка	1	
А4	21	ШД 10.03.00.01	Вкладыш	1	
			Стандартные шпильки		
22			Винт М4х4 ГОСТ 12475-72	7	
23			Винт М4х15 ГОСТ 11730-72	20	
24			Кольцо СП 30-35-6	2	
25			Кольцо СП 30-35-6	2	
26			Кольцо СП 30-35-6	2	
27			Кольцо СП 30-35-6	2	
28			Кольцо СП 30-35-6	2	
29			Кольцо СП 30-35-6	2	
30			Кольцо СП 30-35-6	2	
31			Кольцо СП 30-35-6	2	
32			Кольцо СП 30-35-6	2	
33			Кольцо СП 30-35-6	2	
34			Кольцо СП 30-35-6	2	
35			Кольцо СП 30-35-6	2	
36			Кольцо СП 30-35-6	2	
37			Кольцо СП 30-35-6	2	
38			Кольцо СП 30-35-6	2	
39			Кольцо СП 30-35-6	2	
40			Кольцо СП 30-35-6	2	
41			Кольцо СП 30-35-6	2	
42			Кольцо СП 30-35-6	2	
43			Кольцо СП 30-35-6	2	
44			Кольцо СП 30-35-6	2	
45			Кольцо СП 30-35-6	2	
46			Кольцо СП 30-35-6	2	
47			Кольцо СП 30-35-6	2	
48			Кольцо СП 30-35-6	2	
49			Кольцо СП 30-35-6	2	
50			Кольцо СП 30-35-6	2	
51			Кольцо СП 30-35-6	2	
52			Кольцо СП 30-35-6	2	
53			Кольцо СП 30-35-6	2	
54			Кольцо СП 30-35-6	2	
55			Кольцо СП 30-35-6	2	
56			Кольцо СП 30-35-6	2	
57			Кольцо СП 30-35-6	2	
58			Кольцо СП 30-35-6	2	
59			Кольцо СП 30-35-6	2	
60			Кольцо СП 30-35-6	2	
61			Кольцо СП 30-35-6	2	
62			Кольцо СП 30-35-6	2	
63			Кольцо СП 30-35-6	2	
64			Кольцо СП 30-35-6	2	
65			Кольцо СП 30-35-6	2	
66			Кольцо СП 30-35-6	2	
67			Кольцо СП 30-35-6	2	
68			Кольцо СП 30-35-6	2	
69			Кольцо СП 30-35-6	2	
70			Кольцо СП 30-35-6	2	
71			Кольцо СП 30-35-6	2	
72			Кольцо СП 30-35-6	2	
73			Кольцо СП 30-35-6	2	
74			Кольцо СП 30-35-6	2	
75			Кольцо СП 30-35-6	2	
76			Кольцо СП 30-35-6	2	
77			Кольцо СП 30-35-6	2	
78			Кольцо СП 30-35-6	2	
79			Кольцо СП 30-35-6	2	
80			Кольцо СП 30-35-6	2	
81			Кольцо СП 30-35-6	2	
82			Кольцо СП 30-35-6	2	
83			Кольцо СП 30-35-6	2	
84			Кольцо СП 30-35-6	2	
85			Кольцо СП 30-35-6	2	
86			Кольцо СП 30-35-6	2	
87			Кольцо СП 30-35-6	2	
88			Кольцо СП 30-35-6	2	
89			Кольцо СП 30-35-6	2	
90			Кольцо СП 30-35-6	2	
91			Кольцо СП 30-35-6	2	
92			Кольцо СП 30-35-6	2	
93			Кольцо СП 30-35-6	2	
94			Кольцо СП 30-35-6	2	
95			Кольцо СП 30-35-6	2	
96			Кольцо СП 30-35-6	2	
97			Кольцо СП 30-35-6	2	
98			Кольцо СП 30-35-6	2	
99			Кольцо СП 30-35-6	2	
100			Кольцо СП 30-35-6	2	

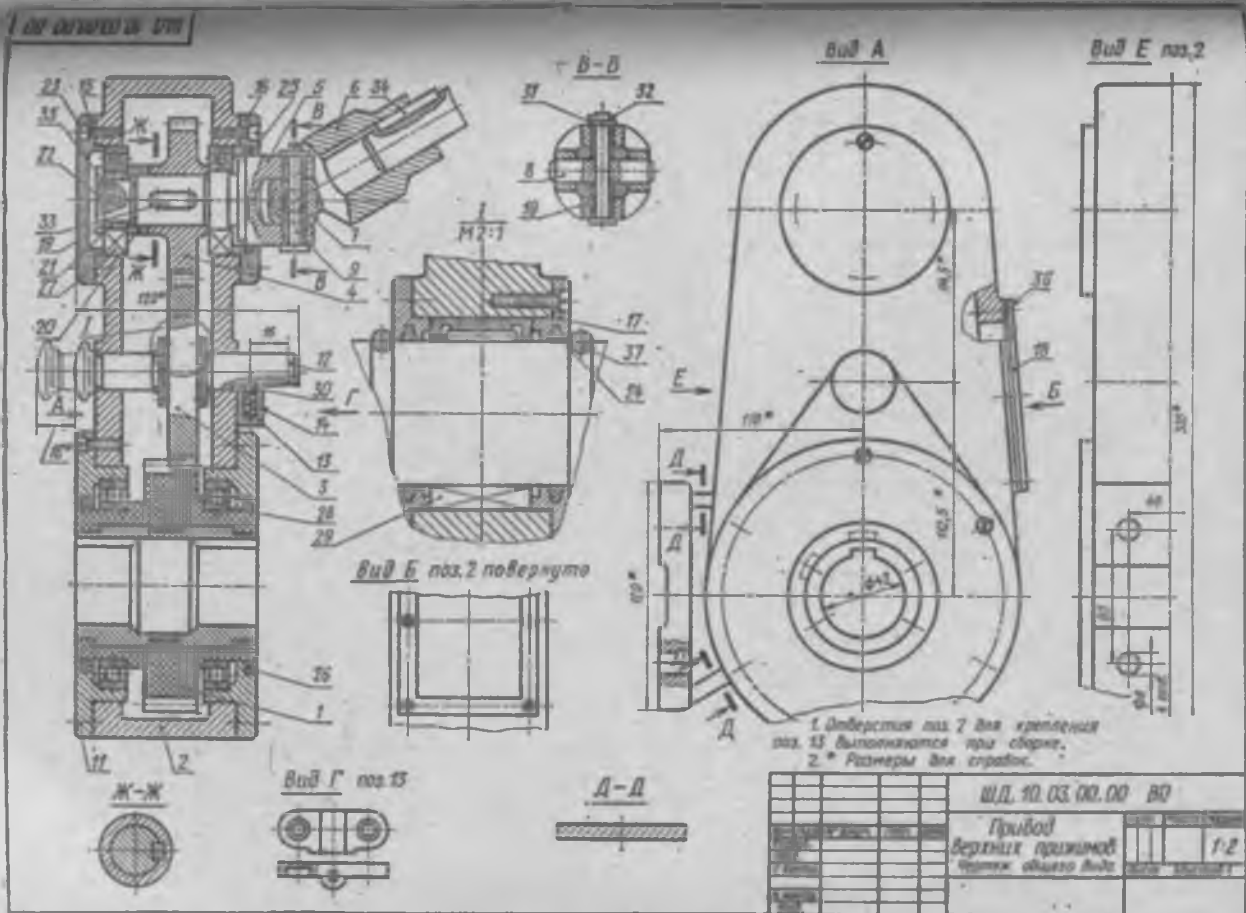


Рис. 310

В состав изображений (рис. 310), намеченных для вычерчивания на чертеже общего вида, входят: *фронтальный разрез* (расположенный на месте главного вида); *вид А слева* с местным разрезом; *вид Е сзади* детали «Корпус» (ввиду симметрии достаточно вычертить половину изображения). На перечисленных изображениях взаимное расположение и форма большинства деталей выявлены, а для выяснения конструкции отдельных элементов деталей изделия следует выполнить: *сечения Д—Д* — нормальные к поверхности элементов (ребер) корпуса 2; *местный вид Б*, на котором будет видна форма прилива для крепления крышки 18 и показано расположение резьбовых отверстий для крепежных болтов или шпилек; *профильный разрез В—В* по оси шарнирного соединения вилки 5 и 6; *два вида фиксатора 13*; *выносной элемент 1*, поясняющий монтаж на штыре 12 роликового игольчатого подшипника 29.

Производя выбор масштаба, обычно отдают предпочтение изображению изделия в масштабе 1 : 1. Отдельные вынесенные сечения, дополнительные виды, выносные элементы могут быть изображены в ином масштабе, как это, например, выполнено для выносного элемента 1.

Предполагаемое число изображений и масштабы, в которых они будут вычерчены, позволяют выбрать формат листа чертежа. В данном случае наиболее подходящим является формат 24.

Рассмотрение вариантов компоновки изображений удобно вести, вычерчивая сплошными тонкими линиями габаритные прямоугольники намеченных изображений (см. гл. IV, § 31), располагая их так, чтобы оставить достаточно места для нанесения необходимых размеров и линий-выносок с полками для номеров позиций составных частей изделия или методом макетирования. Последовательность выполнения изображений составных частей изделия (сборочной единицы) в большинстве случаев определяется последовательностью его сборки.

Выполнение чертежа общего вида завершается нанесением номеров позиций, текстового материала, основных размеров (габаритных, присоединительных и др.) и заполнением граф основной надписи.

§ 46. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА

Прочитать чертеж общего вида изделия (сборочной единицы) — значит ответить на вопросы о назначении, устройстве, принципе действия изображенного изделия, а также получить представление о взаимном расположении, способе соединения, взаимодействии, назначении и форме его деталей.

Наименование изделия, указанное в основной надписи чертежа, спецификация, определяющая состав сборочной единицы, и конструкторские документы в виде схем, паспорта, пояснительной записки позволяют получить ответ на указанные вопросы.

В отверстие, находящееся в нижнем боковом приливе корпуса 7 вентиля поступает жидкость. Возможность ее передвижения в камеру, с которой соединен второй прилив корпуса, давление и скорость жидкости зависят от положения золотника 1. Перемещение золотника вдоль его оси осуществляется при помощи стержня 9 и ходового винта 2, которые получают поступательное перемещение при вращении маховика 8, укрепленного на ходовом винте гайкой 11 с шайбой 11. Стержень соединен с золотником штифтом 12. Для предотвращения вытекания жидкости установлено уплотнительное кольцо 5. При навинчивании накидной гайки 4 ходовая втулка 3 сжимает кольцо 5, что увеличивает степень уплотнения пары стержень 9 — кольцо 5.

Приведенные изображения изделия дают возможность выяснить форму всех деталей и сборочной единицы «Золотник» (рис. 313).

§ 47. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПО ЧЕРТЕЖУ ОБЩЕГО ВИДА СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ

Выполнение рабочих чертежей деталей по данному чертежу общего вида изделия называется детализированием.

Рекомендуется следующий порядок детализирования чертежа общего вида:

1. Чтение чертежа общего вида (см. § 46).

2. Определение размеров деталей. Масштабной линейкой и измерительным циркулем производят измерения изображений детали на чертеже, учитывая при этом масштаб изображений.

3. Выполнение рабочих чертежей деталей.

В соответствии с рекомендациями, подробно изложенными в гл. IV, следует:

а) назначить необходимое (минимальное) число изображений детали, выбрать главное изображение;

б) выбрать стандартный масштаб изображений;

в) скомпоновать изображения на листе стандартного формата;

г) вычертить изображения детали;

д) нанести выносные и размерные линии; нанести размерные числа;

е) заполнить графы основной надписи чертежа;

ж) выполнить текстовую часть чертежа.

ГЛАВА VII!

СХЕМЫ

Схемы применяются при изучении принципа действия механизмов, машин, приборов, аппаратов, при их наладке и ремонте, монтаже трубопроводов и электрических сетей и др. для уяснения связи между отдельными составными частями изделия без уточнения особенностей их конструкции.

Во многих случаях по чертежу общего вида, определяющему конструкцию изделия, невозможно судить о процессах, протекающих в этом изделии. Это особенно характерно для электротехнических, радиотехнических изделий, изделий цифровой вычислительной техники и т. д. Понять принцип работы такого изделия можно, только ознакомившись с его схемой.

Схемы входят в комплект конструкторской документации и содержат вместе с другими документами необходимые данные для проектирования, изготовления, сборки, регулировки, эксплуатации изделий.

Схемы предназначаются:

- на этапе проектирования — для выявления структуры будущего изделия при дальнейшей конструкторской проработке;

- на этапе производства — для ознакомления с конструкцией изделия, разработки технологических процессов изготовления и контроля деталей;

- на этапе эксплуатации — для выявления неисправностей и использовании при техническом обслуживании.

Схема — графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (ГОСТ 2.102—68). Правила выполнения и оформления схем содержатся в стандартах седьмой классификационной группы ЕСКД.

Общие требования к выполнению схем, их виды, типы и обозначения устанавливают ГОСТ 2.701—76 и СТ СЭВ 651—77. Эти стандарты содержат следующие термины и определения:

1. **Элемент схемы** — составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, муфта, насос, резистор, трансформатор).

2. Совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (плата, блок, шкаф и т. д.), называется **устройством**.

3. Совокупность элементов, не объединенных в одну конструкцию, но выполняющих в изделии определенную функцию, называется **функциональной группой**.

4. Если элемент, функциональная группа и устройство выполняют определенную функцию, то их называют **функциональной частью**.

5. Линия, канал определенного назначения являются **функциональными цепями**.

6. Отрезки линий, указывающие на наличие связи между функциональными частями изделия, называются **линиями взаимосвязи**.

Все схемы в зависимости от характера составных элементов и связей между ними разделяются на следующие виды, обозначаемые буквами: электрические — Э, гидравлические — Г, пневматические — П, кинематические — К, оптические — Л, вакуумные — В, газовые — Х, автоматизации — А, комбинированные — С.

В зависимости от своего основного назначения схемы делятся на **типы**, обозначаемые **цифрами**: структурные — 1, функциональные — 2, принципиальные (полные) — 3, соединений (монтажные) — 4, подключения — 5, общие — 6, расположения — 7, прочие — 8, объединенные — 0.

Наименование схемы определяется ее видом и типом (например, «Схема электрическая принципиальная», «Схема гидравлическая принципиальная»).

Шифр схемы, входящей в состав конструкторской документации, состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы, например, Э3 — схема электрическая принципиальная, С2 — схема гидропневматическая функциональная. Схемы выполняют на листах стандартных форматов (схема может состоять из одного или нескольких листов). Документ снабжают основной надписью по ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 140—74, СТ СЭВ 365—76). Наименование схемы вписывают в графу 1 основной надписи после наименования изделия, для которого выполнена схема, шрифтом меньшего размера, чем наименование изделия. Шифр вписывают в графу 2 основной надписи после обозначения изделия по типу АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ.Э1.

Схему следует выполнять компактно, но без ущерба для ясности изображения.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия (установки) не учитывают или учитывают приближенно.

Условные графические обозначения элементов и соединяющие их линии связи располагают на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

Линии связи изображают в виде горизонтальных и вертикальных отрезков, имеющих наименьшее число изломов и взаимных пересечений. В некоторых случаях допускается применять наклонные линии связи (по возможности небольшой длины).

Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от формата схемы. Рекомендуемая толщина линий от 0,3 до 0,4 мм.

Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

Если на схеме не удастся избежать пересечений линий связи, то ГОСТ допускает их обрывы. Последние заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места подключения (например, строчными буквами русского алфавита). Если схема состоит из нескольких листов, то линии связи, переходящие с одного листа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы с указанием мест подключения.

При выполнении схем применяют условные графические обозначения элементов и устройств, установленные стандартами ЕСКД, а также обозначения упрощенными внешними очертаниями и прямоугольниками. При необходимости допускается применять нестандартные графические обозначения с соответствующими пояснениями на поле схемы.

Условные графические обозначения выполняют линиями той же толщины, что и линии связи.

Если в условных графических обозначениях имеются утолщенные линии, то их выполняют толще линий связи в 2 раза.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° .

Допускается условные графические обозначения поворачивать на угол, кратный 45° , или изображать зеркально повернутыми.

На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схем. Их помещают или около условных графических обозначений (номинальные значения параметров), или на свободном поле схемы, над основной надписью (диаграммы, таблицы, текстовые указания).

§ 48. ВИДЫ И ТИПЫ СХЕМ

Рассмотрим на конкретных примерах различные виды и типы схем.

Электрические схемы

Электрические схемы выполняют в соответствии с ГОСТ 2.701—76 и СТ СЭВ 651—77. Кроме того, при выполнении электросхем руководствуются правилами выполнения всех типов

электросхем, подробно изложенными в ГОСТ 2.702—75 ЕСКД и СТ СЭВ 158—75 ЕСКД СЭВ «Схемы электрические. Общие требования к выполнению».

Для уяснения различий в выполнении и оформлении каждого типа схем рассмотрим семь типов электросхем на примере схем электросварочного поста. Электросварочный пост предназначен для сварки изделий несерийного производства. Он состоит из мотор-генератора, контрольных приборов, балластного реостата и электрододержателя.

1. Структурная схема — схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи.

Структурные схемы разрабатывают при проектировании изделий на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием.

На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части изображают в виде прямоугольников. Отдельные элементы схемы допускается изображать в виде условных графических обозначений. При изображении элементов схемы в виде прямоугольников наименования, обозначения (номера) или типы (шифры) элементов и устройств вписывают внутрь прямоугольников.

В случае обозначения функциональных частей схемы номерами или шифрами последние должны быть расшифрованы на поле схемы в таблице произвольной формы. На линиях взаимосвязей направление хода процессов обозначают стрелками в соответствии с ГОСТ 2.721—74. Построение структурной схемы должно давать представление о ходе рабочего процесса в направлении слева направо.

На рис. 314 представлена схема электрическая структурная электросварочного поста. Функциональные части схемы показаны в виде прямоугольников. Наименование каждой функциональной части вписано внутрь прямоугольника. На схеме стрелками показан ход рабочего процесса и даны сведения о питании и режиме работы.

2. Функциональная схема — схема, разъясняющая процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом.

Функциональными схемами пользуются для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, контроле и ремонте.

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия, участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями. Функциональные части на схеме изображают в виде условных графических обозначений. Допускается отдельные функциональные части изображать в виде прямоугольников.



На рис. 315 представлена электрическая функциональная схема электросварочного поста.

На схеме подробно раскрыто содержание двух устройств электросварочного поста: щита питания и приборного щита.

Остальные элементы схемы показаны в виде прямоугольников с соответствующими наименованиями. Стрелкой показано направление развития процесса.

3. Принципиальная (полная) схема определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия.

Принципиальные (полные) схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов, например, схем соединений (монтажных) и чертежей. Пользуются ими для изучения принципов работы изделий, а также при наладке, контроле и ремонте изделий.

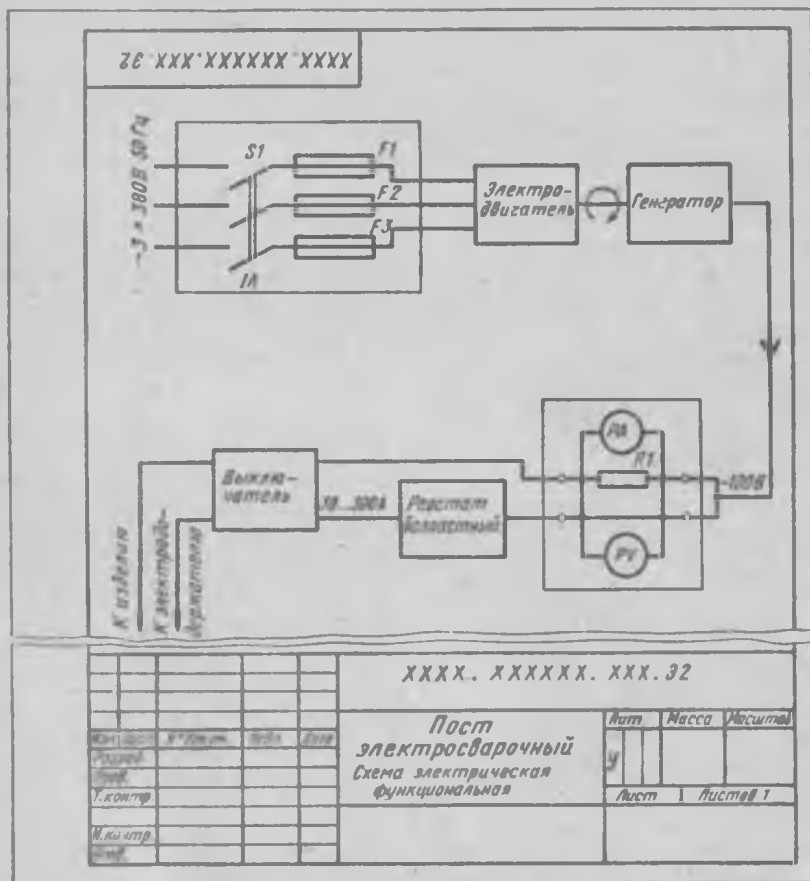


Рис. 315

На принципиальной электрической схеме изображают все электрические элементы, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, и все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Схемы вычерчивают для изделий, находящихся в отключенном состоянии.

Элементы изображают в виде условных графических обозначений. Размеры условных графических обозначений приведены в соответствующих стандартах седьмой классификационной группы (ГОСТ 2.747—68 ЕСКД и стандартах СЭВ ЕСКД).

Элементы соединяют между собой линиями электрической связи; расстояние между параллельными линиями связи, как уже говорилось, должно быть не менее 3 мм. При большом числе линий связи и их большой протяженности рекомендуется группировать электрически не связанные линии, увеличивая расстояние между группами. При этом вход и выход единичной линии в групповую должен быть обозначен цифрами или буквами.

При выполнении схемы пользуются строчным способом: условные графические обозначения элементов в соответствии с функциональным назначением группируют в горизонтальные и вертикальные цепи.

Все элементы, изображенные на схеме, должны иметь позиционные обозначения.

Позиционное обозначение должно состоять в общем случае из трех частей, имеющих самостоятельное смысловое значение и записываемых без разделительных знаков и пробелов:

I часть — буквенный код элемента, определяющий его вид, — одна или несколько букв латинского алфавита.

II часть — порядковый номер элемента в пределах элементов данного вида — одна или несколько цифр (арабские цифры).

III часть — функциональное назначение данного элемента — одна или несколько букв латинского алфавита (буквенный код функционального назначения).

Порядковые номера элементам схемы присваивают, начиная с единицы, в пределах группы элементов данного вида, например $R1$, $R2$ и т. д. или $C1$, $C2$ и т. д., в соответствии с последовательностью расположения этих элементов на схеме, считая, как правило, сверху вниз в направлении слева направо.

Буквы и цифры позиционного обозначения выполняют чертежным шрифтом одного размера.

Расположение условных графических обозначений элементов определяется логикой процесса и удобством чтения схемы, возможностью нанесения позиционных обозначений и, при необходимости, номинальных параметров элементов. Надписи, по воз-

можности, должны быть сверху или справа от условных графических обозначений.

На схемах рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей (напряжение, ток, частоту или иные характеристики) и адреса внешних соединений, записывая их в таблицы, помещаемые взамен условных графических обозначений входных (выходных) элементов (разъемов, плат и т. п.).

Каждой таблице присваивают позиционное обозначение замещенного элемента ($X1$, $X2$, ...).

Для удобства таблицы разрешается выполнять разнесенным способом, при этом наименование граф производится только на одной из них.

$X1$

Конт	Цепь	Адрес
1	$\Delta f = 0,3... 3 \text{ кГц}; R_H = 10 \text{ Ом}$	$= A1 - X1 : 1$
2	$U_{\text{вых}} = 0,5 \text{ В}; R_H = 600 \text{ Ом}$	$= A1 - X1 : 2$
3	$U_{\text{вых}} = +60 \text{ В}; R_H = 500 \text{ Ом}$	$= A1 - X1 : 3$
4	$U_{\text{вых}} = +20 \text{ В}; R_H = 1 \text{ кОм}$	$= A1 - X1 : 4$

Рис. 316

Пример таблицы представлен на рис. 316. В графе таблицы «Цепь» записывают характеристики входных и выходных цепей. В графе «Адрес» записывают адреса внешних соединений.

Для примера расшифруем запись $= A1 - X2 : 3$:

$A1$ — обозначение устройства;

$X2$ — позиционное обозначение разъема два в устройстве $A1$;

3 — обозначение контакта три в разъеме $X2$ устройства $A1$;

$=$; $-$; $:$ — квалифицирующие символы.

Эта запись показывает, что контакт данного изделия должен быть соединен с третьим контактом второго разъема, принадлежащим первому устройству. Данные об элементах, изображенных на схеме, указывают в перечне элементов. Связь между условными графическими обозначениями и перечнем элементов осуществляется с учетом позиционных обозначений.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют на отдельных листах формата 11 в виде самостоятельного текстового документа с основной надписью для текстовых документов по формам 2 и 2а ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 140—74, СТ СЭВ 365—76). В графе 1 основной надписи перечня записывают наименование изделия, для которого составлен перечень, а под ним делают запись «Перечень элементов» шрифтом на один-два размера меньшим того, каким записано наименование изделия. Во второй графе основной надписи помещают шифр «П», присвоен-

ный документу, а вслед за этим — шифр схемы, например: ПЭЗ — перечень схемы электрической принципиальной.

Перечень элементов оформляют в виде таблицы, заполняемой сверху вниз.

При размещении перечня на листе схемы его располагают, как правило, над основной надписью на расстоянии 12 мм от нее. Продолжение перечня разрешается помещать слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

В графах перечня указывают следующие данные (рис. 317); в графе «Поз. обозначение» — позиционное обозначение элемента;

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
а)			
20	110	10	
185			

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
б)			
	<u>Резисторы</u>		
R1	МЛТ-0,5-300 Ом $\pm 5\%$ ГОСТ 7113-65	1	
R2	ICP-1-A-560 Ом $\pm 10\%$ ОС-3-12 ГОСТ 5574-73	1	
R3	ПЭВ-10-3 кОм $\pm 5\%$ ГОСТ 6513-65	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
в)			
	<u>Резисторы ОМЛТ ГОСТ 7113-66</u>		
	<u>Резисторы СП ГОСТ 5574-73</u>		
	<u>Резисторы ПЭВ ГОСТ 6513-66</u>		
R1	ОМЛТ-0,5-200 Ом $\pm 10\%$	1	
R2	ICP-1-A-560 Ом $\pm 10\%$ - ОС-3-12	1	
R3, R4	ПЭВ-10-3 кОм $\pm 5\%$	2	
R5... R8	ОМЛТ-2-630 Ом $\pm 5\%$	4	
R9	ОМЛТ-0,5-910 кОм $\pm 10\%$	1	

Рис. 317

в графе «Наименование» — наименование элемента схемы в соответствии с документом, на основании которого он применен; в графе «Кол.» — количество одинаковых элементов; в графе «Примечание» при необходимости приводят технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

Элементы в перечень записывают по группам в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы элементы располагают в порядке возрастания номеров. Элементы одного вида с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, записывают в перечень элементов одной строкой. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только обозначения с наименьшим и наи-

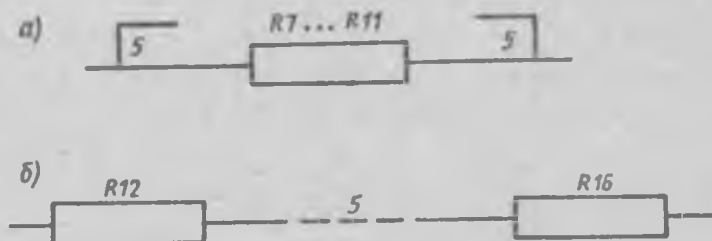


Рис. 318

большим порядковыми номерами, а в графе «Кол.» указывают общее число этих элементов.

При записи элементов одной группы, имеющих одинаковые буквенные обозначения, в графе «Наименование» не повторяют в каждой строке наименование элемента, а записывают его в виде заголовка к соответствующему разделу, подчеркивая тонкой сплошной линией (рис. 317, б). Аналогичным образом не повторяют обозначения документа, на основании которого применены элементы данной группы с различными параметрами (рис. 317, в). Единицы измерения указывают упрощенно.

Элементы, параметры которых подбирают при регулировании изделия, на схеме обозначают звездочкой ($R1^*$), а на свободном поле схемы помещают сноску: «*Подбирается при регулировании» и при этом в графе перечня элементов «Примечание» указывают предельные допустимые значения параметров.

Схемы допускается выполнять со следующими упрощениями: — при наличии в изделии нескольких одинаковых элементов, соединенных параллельно, изображают только одну ветвь, указав число ветвей при помощи обозначения ответвления (рис. 318, а). Около условного графического обозначения такого элемента указывают позиционные обозначения всех элементов;

— при наличии в изделии нескольких одинаковых элементов, соединенных последовательно, изображают и обозначают (с учетом пропущенных) только крайние элементы (рис. 318, б). Элек-

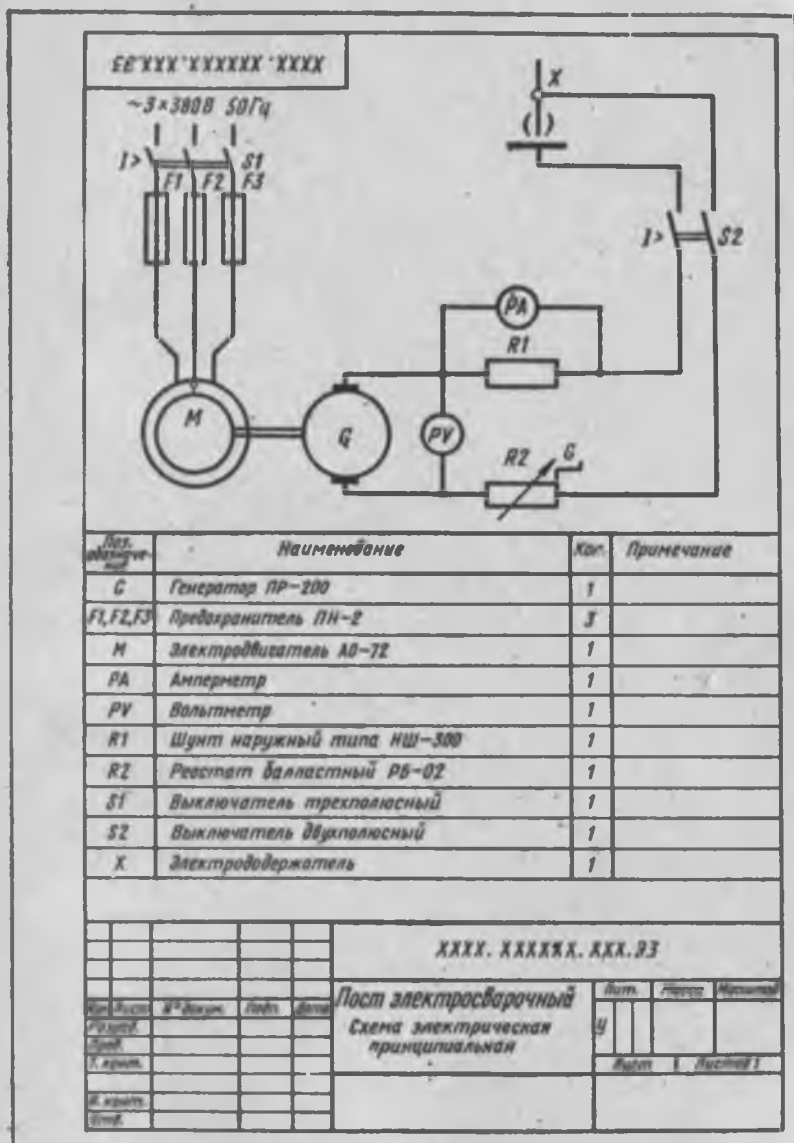


Рис. 319

трические связи между ними показывают штриховыми линиями, над которыми указывают общее число одинаковых элементов.

В обоих случаях в перечень элементов такие элементы записывают в одну строку.

На рис. 319 представлена электрическая принципиальная схема электросварочного поста.

Все элементы схемы показаны в виде условных графических обозначений. Каждому элементу присвоено позиционное буквенно-цифровое обозначение. Данные об элементах сведены в таблицу перечня элементов.

Читая схему, можно убедиться, что трехфазный асинхронный двигатель *М* питается от сети. Он соединен с источником питания через плавкие предохранители *F1*, *F2*, *F3* трехполюсным выключателем *S1*. Двигатель *М* соединен механической связью с генератором постоянного тока *G*, вырабатывающим ток, необходимый для проведения сварочных работ. Амперметр *РА*, включенный в цепь через шунт *R1*, и вольтметр *PV* позволяют производить контроль тока и напряжения в цепи сварочного аппарата.

Напряжение от генератора *G* через выключатель *S2* подается на корпус свариваемой детали и электрододержатель *X* для осуществления процесса сварки. Балластный реостат *R2* применяется для регулирования силы тока в процессе сварки.

4. Схема соединений (монтажная) — схема, показывающая соединения составных частей изделия (установки) и определяющая провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода.

Схемами соединений (монтажными) пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь, чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии (установке), а также для осуществления присоединений и при контроле, эксплуатации и ремонте изделий (установок).

На схеме соединений изображают все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (разъемы, платы, зажимы и т. п.) и соединения между ними. Устройства изображают в виде прямоугольников или внешними очертаниями, элементы — в виде условных графических обозначений, прямоугольников или внешними очертаниями. В последнем случае внутри устройств допускается помещать условные графические обозначения элементов.

Расположение условных графических обозначений устройств и элементов на схеме должно примерно соответствовать их действительному размещению в изделии.

Расположение изображений входных и выходных элементов или выводов внутри условных графических обозначений устройств и элементов также должно примерно соответствовать их действительному расположению в устройстве или элементе.

Около условных графических обозначений устройств и элементов указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме, или наименование устройств.

На схеме следует указывать обозначения выводов, нанесенные на изделие или установленные в документации изделия.

Устройства с одинаковыми внешними подключениями изображают на схеме с указанием подключений только для одного из них. При изображении разъемов или других многоконтактных изделий отдельные контакты не изображают, заменяя их таблицами, в которых указывают подключение контактов, а линии, изображающие провода, подводят к контуру такого изделия (рис. 320, а, в). Аналогично допускается указывать характеристики входных и выходных цепей (рис. 320, б) и адреса соединений.

Проходные изоляторы, гермовводы, сальники изображают в виде условных графических обозначений, как показано на рис. 321. Провода, жгуты, кабели показывают на схеме линиями толщиной от 0,4 до 1,0 мм.

Допускается отдельные провода, идущие на схеме в одном направлении, сливать в общую линию. В этом случае при подходе к контактам каждый провод показывают отдельно. Во избежание многократных пересечений допускается обрывать линии, изображающие провода, жгуты, кабели с указанием мест присоединения. Провода, жгуты, кабели обозначают порядковыми номерами в пределах изделия (нумерация сквозная). Номера проводов и жил кабелей проставляют около обоих концов их изображений. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещенных в разрывах изображений кабелей, вблизи от мест разветвления жил кабеля. Номера жгутов проставляют на полках линий-выносок около мест разветвления проводов жгута.

На схеме указывают марку и сечение проводов, марку, количество и сечение жил кабелей. При необходимости указывают расцветку проводов. Сведения о числе жил помещают в прямоугольнике, справа от обозначения кабеля. При большом числе соединений составляют таблицу соединений, в которой указывают места присоединения проводов к устройствам и элементам схемы.

На рис. 322 представлена электрическая схема соединений электросварочного поста. На ней устройства «Щит питания» и «Щит приборный» изображены в виде прямоугольников. Элементы схемы даны в виде условных графических обозначений. Элементы, входящие в состав устройств, расположены внутри прямоугольников, которыми изображены устройства, с учетом действительного расположения (трехпозиционный выключатель *S1*; плавкие предохранители *F1*, *F2*, *F3*; амперметр *PA*; вольтметр *PV*; резистор *R1* — шунт). Элементам присвоены те же позиционные обозначения, которые были у них на принципиальной схеме. На чертеже показаны сальники в виде условных графических обозначений. Кабели и провода пронумерованы в соответствии

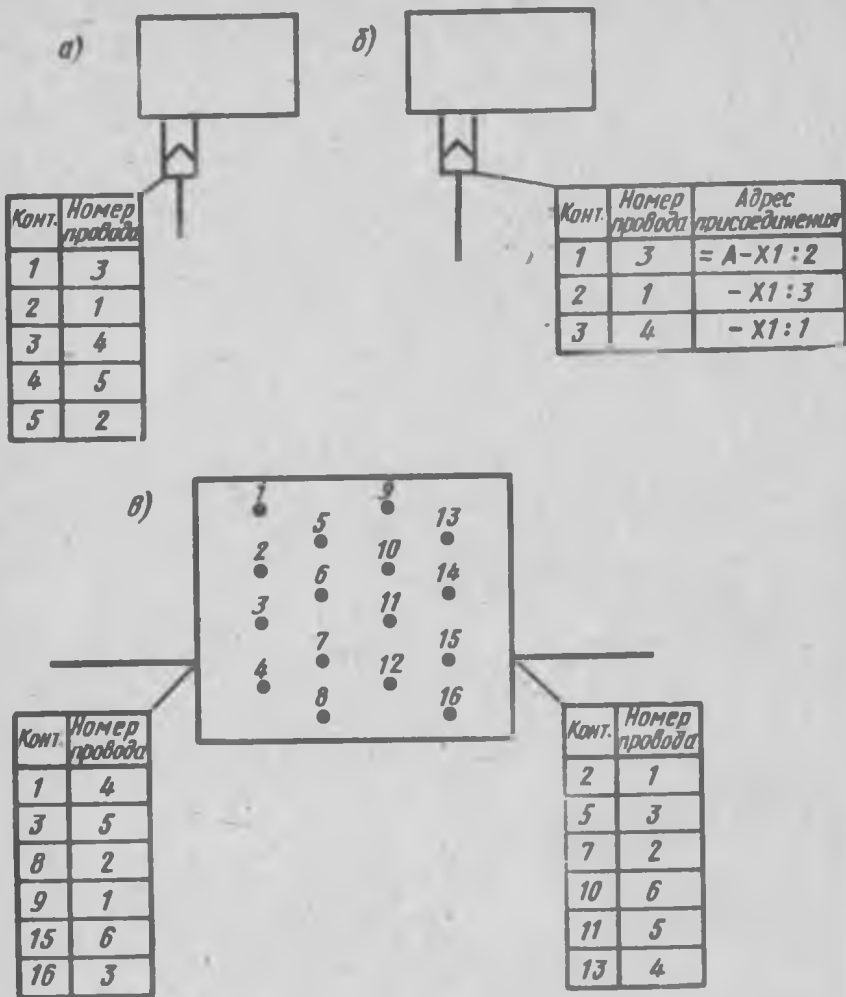


Рис. 320



Рис. 321

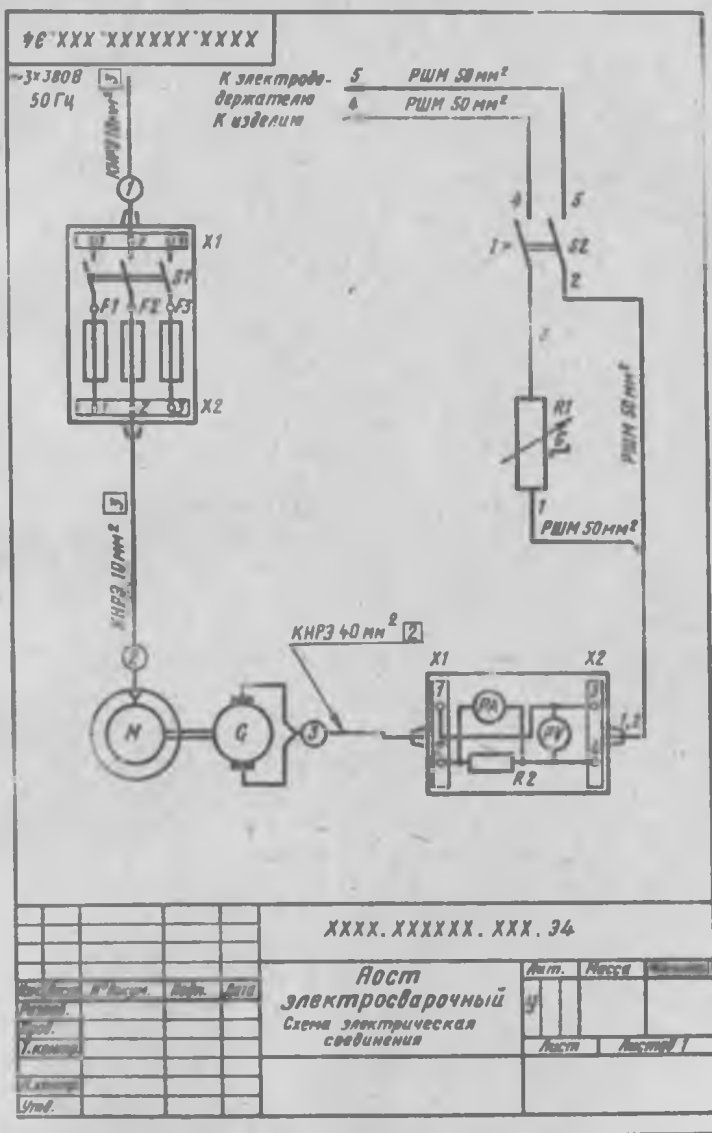


Рис. 322

с вышеуказанными правилами. Щит питания соединен с двигателем *М* трехжильным кабелем, генератор с приборным щитом — двухжильным. Остальные соединения выполнены одиночными проводами. Около изображений проводов и кабелей даны надписи, определяющие марку провода, число проводов и сечение, например: КНРЭ 10 мм² [3] (КНРЭ — марка кабеля, 10 мм² — сечение жилы кабеля, [3] — число жил кабеля).

5. Схема подключения — схема, показывающая внешние подключения изделия.

Схемами подключения пользуются при разработке других конструкторских документов, а также для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации.

На схеме подключения должны быть изображены изделие, его входные и выходные элементы (разъемы, зажимы и т. п.) и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия (характеристики внешних цепей, адреса). На схеме изделия и их составные части изображают в виде прямоугольников, а входные или выходные элементы — в виде условных графических обозначений.

Входные и выходные элементы внутри изделия размещают в соответствии с их действительным расположением в изделии и указывают их позиционные обозначения. На схеме допускается указывать марки и сечения проводов, марки кабелей, число жил и их сечение.

На рис. 323 показана электрическая схема подключения электросварочного поста.

На схеме составные части изделия изображены в виде прямоугольников, а входные и выходные элементы (клеммные зажимы) — в виде условных графических обозначений. Они расположены внутри составных частей изделия. Их расположение примерно соответствует действительному расположению контактов. Входным и выходным клеммным зажимам присвоены позиционные обозначения. На схеме указаны марки и сечение проводов, марки кабелей, количество и сечение жил кабелей.

6. Общая схема — схема, определяющая составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Общими схемами пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации.

На общей схеме изображают в виде прямоугольников устройства и элементы, входящие в данный комплекс, провода, жгуты и кабели, соединяющие их. Расположение устройств и элементов должно примерно соответствовать их действительному расположению в изделии. Входные и выходные элементы изображают в виде условных графических обозначений с учетом их действительного расположения внутри устройств. Около устройств и элементов помещают их наименование и тип. Устройствам и эле-

The diagram illustrates the electrical connections for a power supply system. It features a transformer (A) with a 300 В 50 Гц primary, a rectifier (B), a filter (C), a power supply (D), a transformer (E), a rectifier (F), and a power supply (G). The diagram shows the electrical connections between these components, including the use of a 50 mm² cable for the power supply and a 40 mm² cable for the power supply.

[illegible]

DATE	NAME	ADDRESS
5		
Page 1 of 1		

263

[illegible]

265

ментам присваивают позиционные обозначения. При большом числе элементов все сведения о них помещают в таблице перечня элементов. Провода, жгуты и кабели показывают на схеме отдельными линиями и обозначают порядковыми номерами в пределах изделия. Номера проводов проставляют около концов их изображений. Короткие провода допускается нумеровать около середины изображения. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещенных в разрывах изображения кабеля вблизи от места разветвлений кабеля. Номера жгутов проставляют на полках линий-выносок, вблизи от разветвлений жгута. Около изображений проводов, жгутов, кабелей указывают марку, сечение, число проводов жгута и жил кабеля. При большом количестве соединений эти сведения записывают в таблицу соединений (ГОСТ 2.702—75).

На рис. 324 представлена общая электрическая схема электросварочного поста, выполненная в соответствии с вышеуказанными правилами. Все составные части поста показаны в виде прямоугольников, внутри которых расположены клеммные зажимы (входные и выходные элементы). Составным частям присвоены те же позиционные обозначения, которые были у них на схеме соединений (см. рис. 322). Провода и кабели пронумерованы. Около их изображений указаны их марки и сечения.

7. Схема расположения — схема, определяющая относительное расположение составных частей изделия, а при необходимости также — проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов.

Схемами расположения пользуются при эксплуатации и ремонте. На схеме расположения изображают составные части изделия и при необходимости — связи между ними, конструкцию, помещение, местность, на которых расположены эти части. Последние изображают в виде внешних очертаний или условных графических обозначений. Расположение составных частей изделия должно давать представление об их действительном размещении. Около изображений устройств и элементов помещают их наименования и типы. При большом количестве составных частей изделия эти сведения записывают в перечень элементов. В этом случае составным частям изделия присваивают позиционные обозначения. Такие схемы могут быть выполнены на разрезах конструкций, разрезах или планах зданий или в аксонометрии.

На рис. 325 представлена электрическая схема расположения сварочного поста, изображенная в аксонометрии. Сварочный пост показан во внутреннем интерьере служебного помещения.

Кинематические схемы

Кинематические схемы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701—76 и ГОСТ 2.703—68.

На кинематической схеме изделия должен быть представлен весь состав кинематических элементов, их соединения, кинематические связи (внутри исполнительных органов, между отдельными парами, цепями, группами, связи с источником движения).

Схему вычерчивают в виде развертки или в аксонометрических проекциях. Элементы схемы изображают условными графическими обозначениями по ГОСТ 2.770—68 или упрощенно внешними очертаниями. Размеры условных графических обозначений элементов должны быть пропорциональны действительным размерам элементов в изделии.

Взаимное расположение элементов на схеме должно соответствовать определенному положению (исходному, рабочему и т. п.). Допускается изображать крайние положения элемента на схеме тонкими штрихпунктирными линиями с двумя точками.

Допускается на кинематической схеме переносить элементы вверх или вниз от истинного положения, выносить их за контур изделия, не меняя положений, и поворачивать в положения, наиболее удобные для изображения.

На кинематической схеме изображают:

- валы, оси, стержни, шатуны — сплошными основными линиями толщиной s ;

- элементы, изображенные упрощенно внешними очертаниями, зубчатые колеса, червяки, звездочки, шкивы, кулачки — сплошными тонкими линиями толщиной $s/2$;

- контуры изделия, в которые вписана схема, — сплошными тонкими линиями толщиной $s/3$.

Каждому кинематическому элементу присваивают порядковый номер, начиная от источника движения. Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы — арабскими. Порядковый номер проставляют на полке линии-выноски, под полкой указывают характеристики и параметры элемента (m , z и т.д.).

На рис. 326 показана принципиальная кинематическая схема приводного механизма пилоштампа с применением условных графических обозначений элементов по ГОСТ 2770—68 ЕСКД. В соответствии со сказанным ранее, каждому кинематическому элементу присвоен порядковый номер, начиная от источника движения (от электродвигателя 1). Номер записан арабской цифрой и проставлен над полкой линии-выноски с указанием под полкой параметров кинематического элемента. Валы пронумерованы римскими цифрами.

Чтение схемы надо начинать с электродвигателя 1, на валу I которого на шпонке установлен шкив ременной передачи 2. Ведомый шкив 3 этой ременной передачи закреплен шпонкой на валу II, на котором также закреплена шпонкой ведущая зубчатая шестерня 5 цилиндрической зубчатой передачи. Ведомое зубчатое колесо 6, установленное на шпонке на валу III, передает вращающий момент эксцентрику 7, закрепленному шпонкой на том же валу. Шатун 9 сообщает ползуну 8 возвратно-поступательное движение. Последний приводит в движение режущие ножи пилоштампа.

По ГОСТ 2.703—68 для осуществления более наглядного изображения допускается вычерчивание кинематической принципи-

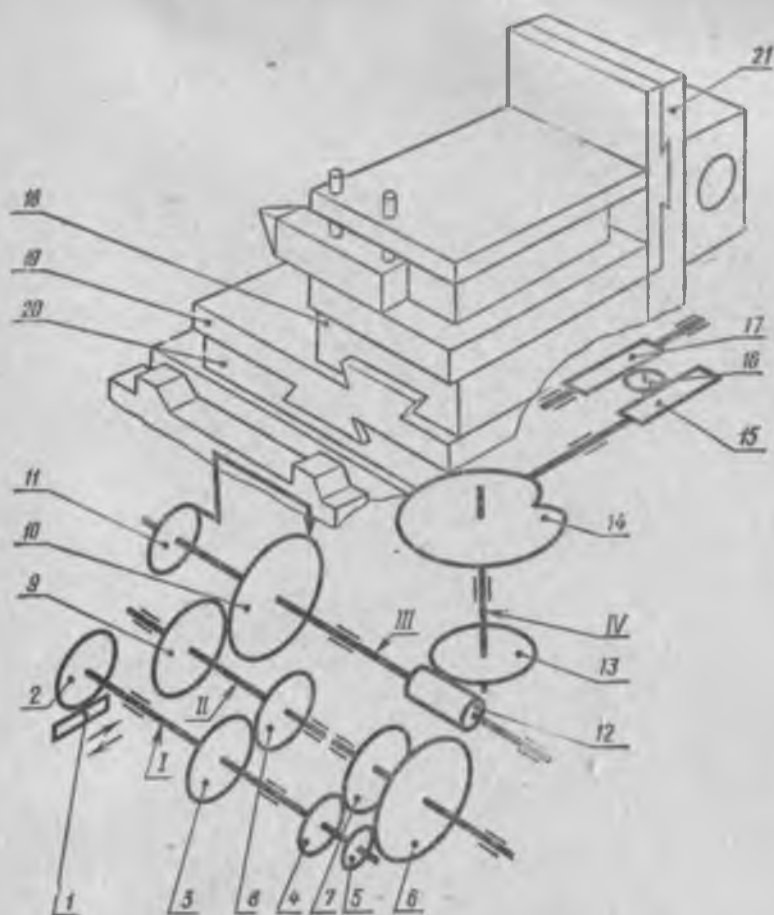


Рис. 327

Движение сообщается от зубчатой рейки 1, перемещающейся вдоль оси станка, шестерне 2, закрепленной на шпонке на валу 1. Эта шестерня передает вращение через систему сменных шестерен 3, 4, 5, 6, 7, 8 и шестерню 9 зубчатому колесу 10, свободно посаженному на валу III и присоединенному к правой половине кулачковой сцепной муфты 11. При включении муфты 11 вращение передается червяку 12 и червячному колесу 13, установленному на вертикальном валике IV с дисковым кулачком 14. Кулачок 14 воздействует на зубчатую рейку 15, которая, перемещаясь в продольном направлении, через шестерню 16 заставляет двигаться рейку 17, присоединенную к салазкам 18, с переменной скоростью, осуществляя переменный шаг резьбы на обрабатываемом винте.

Гидравлические схемы

Гидравлические схемы выполняют по правилам, установленным ГОСТ 2.701—76 и ГОСТ 2.704—76 ЕСКД, с условными графическими обозначениями элементов, приведенными в ГОСТ 2.780—68 ...2.782—68 и 2.784—68.

Элементы устройства изображают на схеме, как правило, в исходном положении (например, обратный клапан — в закрытом положении). Они должны иметь позиционное обозначение, состоящее из прописной буквы русского алфавита и стоящей рядом цифры. Буквы и цифры выполняют чертежным шрифтом одного размера.

Буквенное обозначение состоит из одной или двух начальных или характерных букв названия элемента (например: *Б* — гидробак, *НП* — насос пластинчатый). Порядковый номер, входящий в цифровое обозначение элемента схемы, назначают, начиная с единицы, в пределах группы элементов, например, воздухохоборники обозначают *BC1*, *BC2* и т. д. Порядковые номера присваивают обычно в зависимости от расположения элементов на схеме: сверху вниз и слева направо.

Позиционные обозначения наносят на схеме рядом с условными графическими изображениями элементов (справа или над ними). Данные об элементах записывают в таблицу — перечень элементов, размещаемую над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм. Форму и размеры граф перечня элементов можно видеть на рис. 328.

В графах перечня указывают:

в графе «Поз. обозначение» — буквенно-цифровое обозначение элемента;

в графе «Наименование» — наименование элемента. Одинаковые элементы допускается записывать в одну строку с занесением в графу «Поз. обозначение» двух и более их позиционных обозначений;

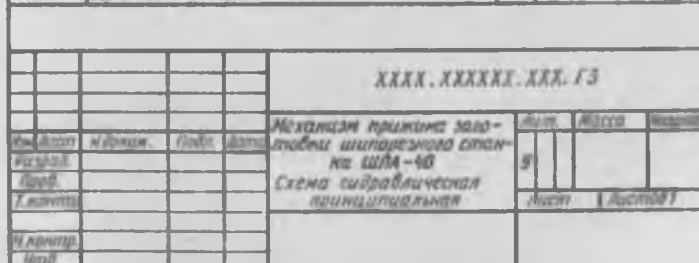
в графе «Кол.» — количество одинаковых элементов.

Перечень элементов заполняют в таком порядке, в каком они содержатся в таблице приложения к ГОСТ 2.704—76.

Линии связи (трубопроводы) на схеме обозначают порядковыми номерами, начиная с единицы, которые на схеме наносят около концов изображения этих линий. На линиях связи допускается указывать направление потока рабочей среды (жидкости, воздуха) в виде треугольников (зачерненных, как на рис. 328, на гидросхеме и без зачернения, как на рис. 329 на пневмосхеме).

Если линия связи представляет собой внутренний канал в каком-либо элементе, то перед номером линии связи ставят позиционное обозначение этого элемента, отделенное от номера точкой.

Пример оформления гидравлической принципиальной схемы представлен на рис. 328 для фрагмента гидросистемы ящичного



271

деревообрабатывающего одностороннего шипорезного станка ШПА-40. Этот станок служит для выработки прямых ящичных шипов на концах досок или щитов.

По вертикальным направляющим станины станка перемещается кронштейн со столом, на котором закрепляют пачку обрабатываемых деревянных заготовок. Это перемещение вверх или вниз производит гидравлический цилиндр, конец штока которого шарнирно соединен с кронштейном.

При подъеме вверх заготовки подводят к наборам двухрезцовых фрез, осуществляющих процесс резания.

При опускании вниз обработанные заготовки с нарезанными шипами снимают со станка и заменяют новыми.

На схеме (см. рис. 328) показан электродвигатель *М* (трехфазный, с соединением обмоток ротора в звезду), вращающий ротационный лопастной пластинчатый насос *НП*, который через фильтр *Ф* забирает масло из бака *Б* и подает его через предохранительный клапан *КП* по трубопроводу (линии связи) в среднюю часть распределителя *Р* (или реверсивного золотника с ручным управлением). Из распределителя масло (под давлением) поступает или в одну из полостей гидроцилиндра *Ц* (нижнюю полость под поршнем или верхнюю полость над ним), или сливается обратно в бак.

Распределитель, таким образом, служит для осуществления движения поршня со штоком вверх или вниз и для остановки поршня в любом положении.

Если золотник распределителя поставлен в среднее положение, то масло через отверстие снизу в корпусе золотника по правой трубе (линия *Г*) попадает в бак и поршень гидроцилиндра будет неподвижен. При крайнем левом положении золотника распределителя масло насоса через золотник по трубе поступает вниз под поршень гидроцилиндра и давит на поршень, заставляя его двигаться вверх, осуществляя тем самым подъем заготовок. При этом масло из верхней части гидроцилиндра (над его поршнем) вытесняется поршнем и через дроссель *ДР* поступает в распределитель *Р*, а оттуда сливается в бак *Б*.

Дроссель *ДР* устанавливают для изменения (регулирования) расхода проходящего через него масла, а также для уменьшения давления масла; при этом излишки масла сливаются в бак *Б*. На трубе перед распределителем поставлен обратный клапан *КО*, назначение которого — обеспечить прохождение масла только в одном направлении из верхней полости гидроцилиндра через дроссель.

Предохранительный клапан *КП* у насоса, обычно закрытый силой действия пружины, предназначен для пропускания масла из насоса в бак только тогда, когда на шток гидроцилиндра будет действовать слишком большое усилие (при перегрузке).

Передвижением золотника распределителя вправо изменяется направление потока масла от насоса к гидроцилиндру и масло, минуя дроссель, поступает в цилиндр.

Пневматические схемы

Оформление пневмосхем имеет много общего с оформлением гидравлических схем. Правила их выполнения приведены в ГОСТ 2.704—76 ЕСКД.

Пневматическая схема устройства автоматического управления столом текстильной стригальной машины, обеспечивающего беспрепятственное прохождение кромок ткани через стригальные цилиндры, показана на рис. 329.

В соответствии со схемой воздух через заборник воздуха *З* поступает в компрессор *КМ*, приводимый в действие трехфазным электродвигателем *М*. Сжатый в компрессоре воздух через влагоотделительный фильтр *ФВ* нагнетается в воздухохранилища *ВС1*, *ВС2*. Последние снабжены контрольными манометром *МН* и вентилем *ВН* для ручного сброса воздуха в атмосферу. Между компрессором и влагоотделительным фильтром установлен обратный клапан *КО*, препятствующий перетечке воздуха из воздухохранилищ в компрессор в случаях, когда последний не работает. Если давление в воздухохранилищах превышает допустимое, установленный между компрессором и обратным клапаном предохранительный клапан *КП* автоматически сбрасывает избыточный воздух в атмосферу, поддерживая давление в воздухохранилищах на заданном уровне. Из воздухохранилищ воздух через регулятор давления *РД* и четырехлинейный двухпозиционный распределитель *Р* поступает в пневматический цилиндр *Ц*. Регулятор давления управляет работой компрессора. При падении давления воздуха в воздухохранилищах ниже необходимого для работы исполнительного механизма (цилиндра) регулятор давления включает электродвигатель компрессора для подачи воздуха в воздухохранилища.

Распределитель воздуха изображен на схеме условно, по ГОСТ 781—68. Условное графическое изображение распределителя состоит из обозначений его отдельных элементов и их комбинаций:

- позиций подвижного элемента (например, золотника распределителя или поворотной пробки у крана-распределителя);
- линий связи (трубопроводов);
- проходов (каналов в корпусе распределителя);
- элементов управления (например, рукоятки, при ручном управлении, электромагнитов).

В распределителях дискретного (прерывистого) действия характерную (рабочую) позицию подвижного элемента изображают квадратом, вычерченным сплошными основными линиями. Число таких позиций изображают соответствующим числом квадратов (рис. 330, а).

В данном примере (см. рис. 239) распределитель имеет две характерные позиции, которые условно на схеме изображены двумя квадратами.

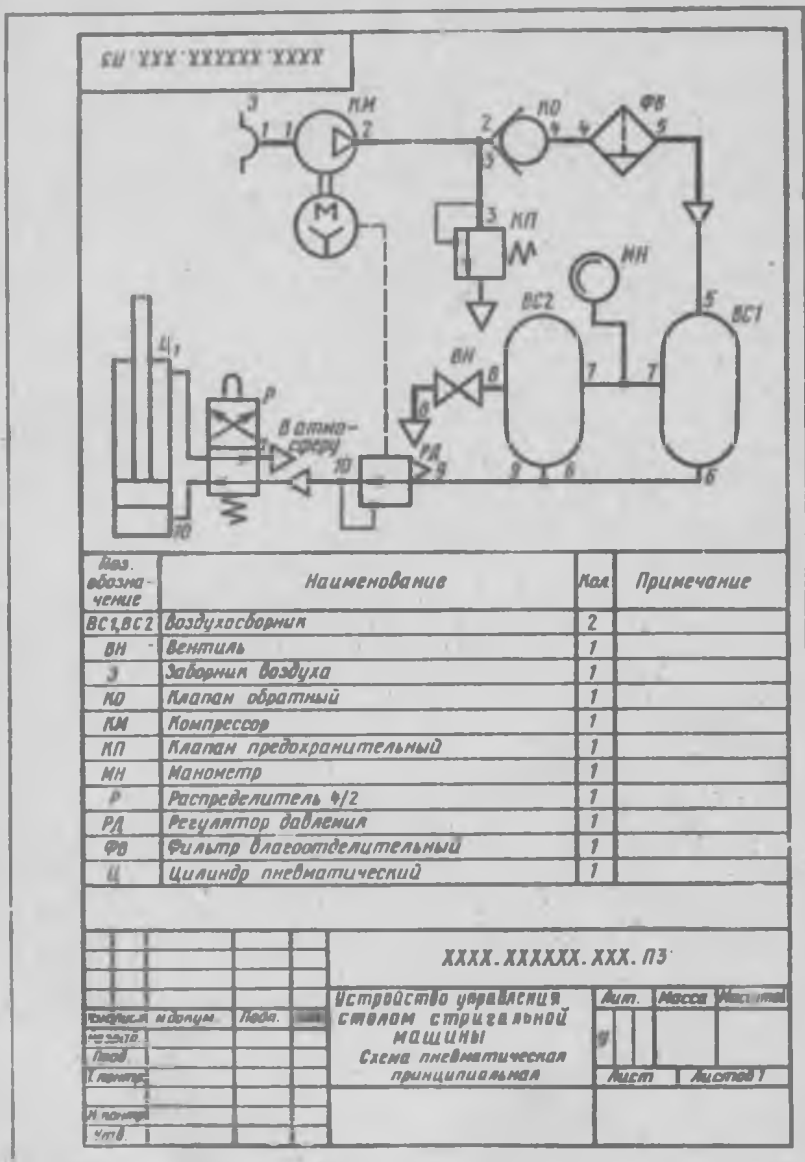


Рис. 329

Линии связи (трубопроводы) на принципиальных схемах подводят к квадрату, изображающему исходную позицию подвижного элемента (золотника); в нашем примере изображение четырех линий связи на схеме должно иметь вид, показанный на рис. 330, б.

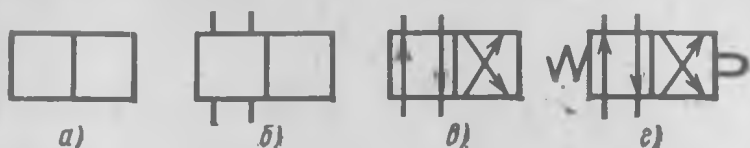


Рис. 330

Проходы (каналы в корпусе распределителя) изображают отрезками прямых линий со стрелками, показывающими направление потока воздуха в каждой позиции (квадрате), стрелки должны упираться в стороны квадратов (рис. 330, в).

Полное изображение на схеме четырехлинейного (четыре линии связи), двухпозиционного распределителя с механическим приводом от кулачка и пружинным возвратом по ГОСТ 2.781—68 показано на рис. 330, г.

Оптические схемы

Оптические схемы выполняют по правилам, приведенным в ГОСТ 2.412—68 (СТ СЭВ 139—74) ЕСКД «Правила выполнения чертежей и схем оптических изделий».

По этим правилам на оптической схеме прибора должны быть изображены:

- упрощенно, в разрезе все оптические детали прибора (линза, зеркало и т. д.) в основном рабочем положении. Если такие детали могут перемещаться вдоль или поперек оптической оси, то их изображают в крайних положениях;

- источники освещения (например, электролампы) — упрощенно или условными графическими обозначениями (по ГОСТ 2.732—68);

- приемники лучистой энергии (например, фотоэлементы) — тоже условными графическими обозначениями;

- положение диафрагм (с надписью «Диафрагма»);

- при необходимости — положение зрачков наблюдателя (в виде диафрагмы);

- положение фокальных плоскостей, плоскостей изображения и плоскостей предмета. Их показывают сплошной основной линией и снабжают надписью: «Плоскость изображения» и «Плоскость предмета».

Все детали оптического изделия на схеме изображают, располагая их по ходу светового луча, идущего от плоскости предмета слева направо. Деталю оптики присваивают позиционный номер по ходу луча, который помещают на полке линии-выноски.

Допускается (только при необходимости) присваивать позиционный номер источникам света и приемникам лучистой энергии.

Все оптические детали с номерами позиций записывают в таблицу-перечень деталей по ГОСТ 2.412—68 (СТ СЭВ 139—74), которая по содержанию и размерам граф близка таблицам для пневмо- и гидросхем. Перечень размещают над основной надписью.

Если прибор сложный и имеет оптические сборочные единицы, то схемы последних допускается выполнять в виде отдельного до-

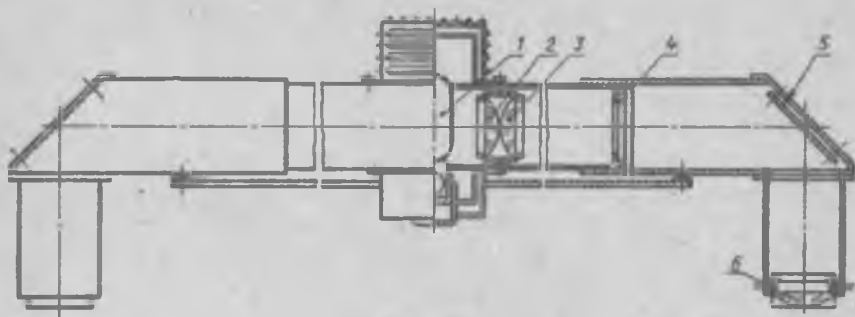


Рис. 331

кумента. Тогда в перечень деталей оптической схемы всего прибора записывают обозначение и наименование документов — оптических схем самостоятельных сборочных единиц (например: «Окуляр 2. Схема оптическая»). При этом на схеме всего прибора подобные схемы сборочных единиц изображают упрощенно, обводят штрихпунктирной линией и наносят размеры, определяющие их положение в схеме прибора. Допускается повторение на схеме всего прибора полностью схемы сборочной единицы.

На оптической схеме помещают:

- основные оптические характеристики прибора (например, увеличение);
- фокусные расстояния f' и расстояния отдельных сборочных единиц оптической системы (например, объективов и окуляров);
- дополнительные сведения (например, линейное перемещение окуляра на одну диоптрию);
- наименование, шифр или тип источников освещения и приемников лучистой энергии.

Эти данные помещают на поле схемы в отдельной таблице произвольного размера.

На оптической схеме указывают следующие размеры:

- световые диаметры и толщину по оси оптических деталей; для призм — длину развертки (эти данные помещают в таблице произвольного размера на поле схемы);
- диаметры диафрагм;

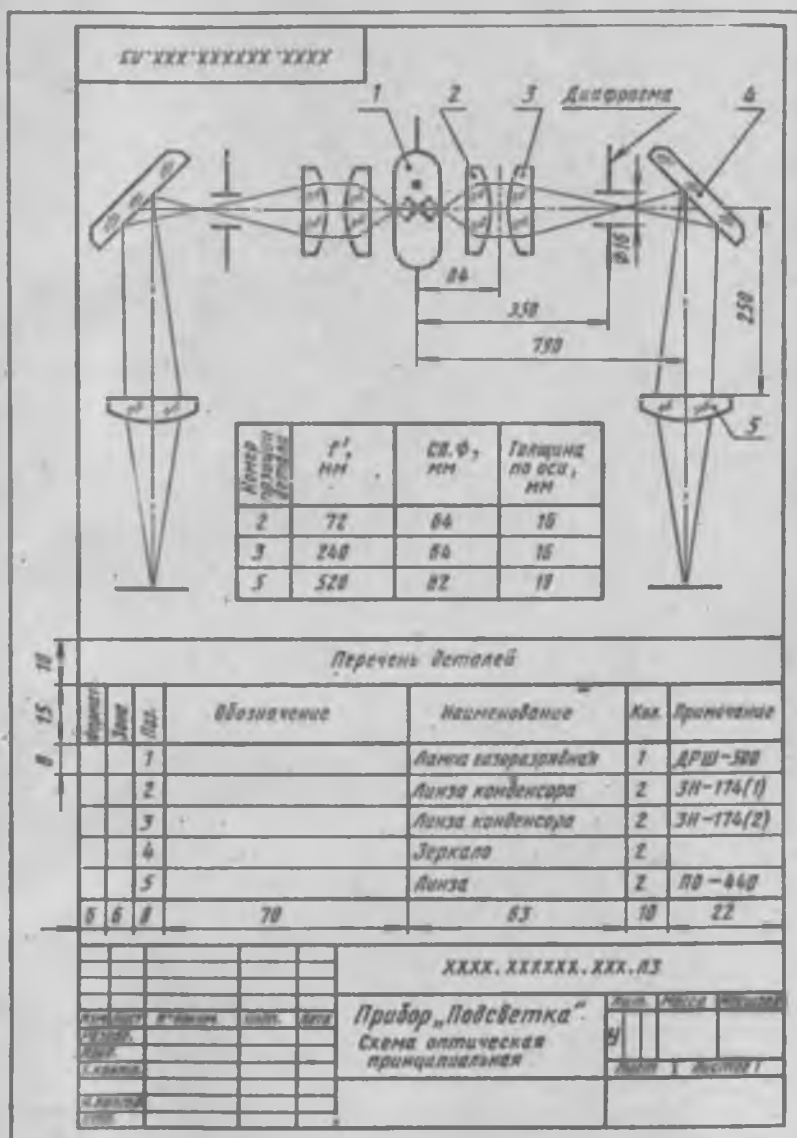


Рис. 332

— воздушные промежутки и другие размеры по оптической оси, определяющие взаимное расположение оптических деталей и др.

В качестве примера выполнения оптической принципиальной схемы рассмотрим схему прибора «Подсветка» (рис. 331), который устанавливают на различных типах машин текстильного производства. Прибор служит для подсвечивания пряжи, необходимого по технологическому процессу. Он состоит из дюралевого корпуса прямоугольного поперечного сечения с двумя колпаками: верхним и нижним, в котором размещена газоразрядная осветительная лампа 1. На некотором расстоянии от центра корпуса установлены двухлинзовые конденсоры с линзами 2, 3 и диафрагма 4. Конденсор направляет световой поток на зеркало 5, а диафрагма выделяет наиболее равномерную и интенсивную часть этого потока.

На оба конца корпуса поставлены телескопические прямоугольные тубусы с зеркалами, отклоняющими световой поток на угол 90° . Фокусировку лучей на поверхность ткани осуществляют объективы с линзами 6.

На оптической схеме прибора (рис. 332) в середине расположен источник освещения — газоразрядная лампа 1, изображенная условно (по ГОСТ 2.732—68). От нее справа и слева размещены (по ходу лучей) оптические детали: два двухлинзовых конденсора с линзами 2 и 3, две диафрагмы, два зеркала 4 и объективы с линзами 5.

ГЛАВА IX

РАЗМНОЖЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЧЕРТЕЖНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ

§ 49. СПОСОБЫ РАЗМНОЖЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Современная организация производства требует огромного количества технической документации в виде чертежей, спецификаций, инструкций и пр. Более 90% документации выполняется в 3 ... 7 экземплярах, а около 60% — в десятках и сотнях экземпляров. Различают две группы способов размножения: репрографию и оперативную полиграфию.

Репрография

Репрография включает несколько способов получения копий. Основные из них следующие:

- 1) диазография;
- 2) электрография;
- 3) термография;
- 4) фотография;
- 5) электронография.

Диазография — копировальный процесс, основанный на применении светочувствительных diaзосоединений, нанесенных на бумагу, кальку или пленку (диазобумагу, диазокалька, диазопленка). Выполненный по чертежу-оригиналу на прозрачной бумаге-кальке подлинник или дубликат совмещается в копирувальном аппарате со светочувствительной диазобумагой, на которой под действием света получается скрытое изображение (рис. 333). Это изображение затем проявляют. Различают два способа проявления: «сухой» — в парах аммиака и «мокрый» — в водном растворе щелочи. Наиболее распространенным является «сухой» способ.

Для изготовления чертежа-подлинника (дубликата) на кальке применяются следующие способы:

- а) ручная копировка тушью;
- б) непосредственное выполнение конструктором чертежа-оригинала на прозрачной чертежной бумаге марок Ч и Д, выпускаемых нашей промышленностью, карандашом марок *Светокопия* или *Люмограф*, дающим четкие линии. Иногда под чертеж подкладывают копировальную бумагу, которая копировальным слоем обращена к чертежной бумаге. Это увеличивает светонепрони-

цаемость линий чертежа и изображение на копии получается более четким. Во избежание порчи бумаги рекомендуется работать слегка притупленным карандашом. При работе на карандашной кальке недопустимы многократные подчистки резинкой, так как это приводит к появлению пятен на светокопиях. При длительном хранении оригинала или при частом пользовании им для того, чтобы изображение не стиралось, кальку-оригинал покрывают прозрачным лаком; при этом увеличивается как прозрачность и прочность кальки, так и стойкость карандашных линий.

Непосредственное выполнение оригинала конструктором на кальке ликвидирует кропотливый и длительный труд копиров-

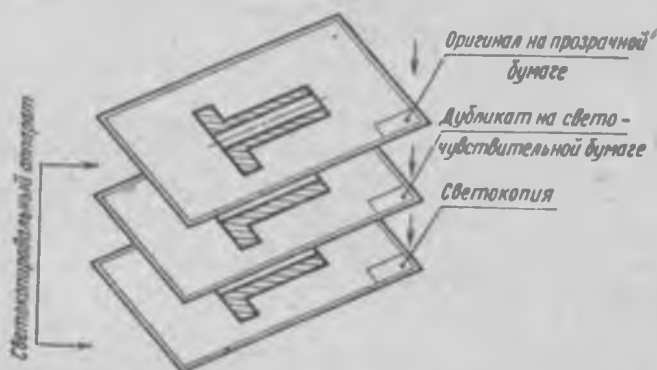


Рис. 333

щика, а также время, затрачиваемое конструктором на проверку копии чертежа.

В дальнейшем с подлинника контактной печатью на диазбумаге снимают необходимое число копий.

Иногда возникает необходимость в изготовлении нескольких калек-дубликатов, например при рассылке одних и тех же чертежей на разные заводы, изготавливающие одинаковую серийную продукцию. В этом случае применяют прозрачную диазокальку. Изображение на диазокальке получают аналогично получению его на диазобумаге.

Диазокальки применяют также при разработке однотипных чертежей изделий, незначительно отличающихся по форме и размерам. При этом общую часть чертежа выполняют на диазокальке и размножают до необходимого количества, а оригинальную — вычерчивают непосредственно на светокопии. Диазопроцессы развиваются в направлении повышения чувствительности диазослоев и совершенствования светокопировальных аппаратов.

Электрографический способ копирования документов основан на свойстве фотополупроводниковых материалов изменять свою электропроводность в зависимости от освещенности. При электро-

графин копии получают с изображений на прозрачных и непрозрачных бумагах, с микрофильмов на любой бумаге, пленке, фольге и другом материале. Копии могут быть выполнены в увеличенном или уменьшенном масштабе.

Процесс копирования протекает следующим образом:

1. Подложку (бумажную или металлическую, в виде пластины или барабана) покрывают слоем фотополупроводника (селена, сернистого или селенистого кадмия). Способ с применением подложки называется ксерографией и имеет наиболее широкое применение в отличие от прямого способа, при котором фотополупроводниковый слой наносится непосредственно на материал, предназначенный для копии.

2. Этому слою в темноте сообщают электрический заряд. Зарядка слоя производится в специальном устройстве — процессоре методом коронного разряда, слой становится светочувствительным.

3. Далее на подложку экспонируют изображение оригинала при помощи источника света и оптической системы.

На участках, оказавшихся освещенными, заряд стекает на токопроводящую основу, а на участках, не подвергшихся освещению (из-за линий изображения на оригинале), сохраняется электрический заряд. В результате получается потенциальный рельеф, образующий скрытое изображение.

4. Изображение проявляют осаждением на заряженный слой порошка диэлектрического красителя, предварительно заряженного до высокого потенциала, но со знаком, обратным заряду фотополупроводникового слоя. Порошок притягивается к участкам фотополупроводника, имеющим заряд, и удерживается электростатическими силами; а с участков, подвергшихся действию света, порошок осыпается. В результате на поверхности подложки проявляется видимое изображение оригинала.

5. Получают копии наложением на поверхность фотополупроводника листа бумаги, кальки или другого материала, имеющего заряд, противоположный заряду красителя. При этом частицы красителя переносятся с поверхности фотополупроводникового слоя на поверхность копии.

6. Закрепляют изображение либо нагреванием, в результате которого порошок расплавляется и соединяется с бумагой, либо воздействием паров растворителя (аcetона).

Рис. 334 иллюстрирует процесс электрографии. Светочувствительный слой полупроводника (селена) нанесен на поверхность барабана 4. Изображение с чертежа-оригинала с помощью оптической системы (источника света 1, объектива 2 и зеркал 3) проецируется на барабан. Скрытое электростатическое изображение чертежа проявляется устройством 5. Печатающие производят контактным способом, прижимая материал 6 копии к слою селена на барабане. После этого изображение на копии закрепляют в устройстве 7.

Электрографическую аппаратуру разделяют на две группы: плоскостного и ротационного типа. Плоскостные аппараты типов ЭРА, ВЕГА и др. позволяют изменять масштаб копируемых оригиналов, изготавливать офсетные формы, получать с одного экспонирования до пяти копий на бумаге. К недостаткам этого типа аппаратуры следует отнести большое число ручных операций. Ротационные электрографические аппараты типа РЭМ-620 и др. предназначены для непрерывного копирования оригиналов, копии наматываются на вращающийся барабан. Высокая степень

автоматизации этих аппаратов обеспечивает высокую производительность и простоту их обслуживания.

Термографический способ копирования основан на изменении цвета чувствительного слоя специальных термореактивных бумаг

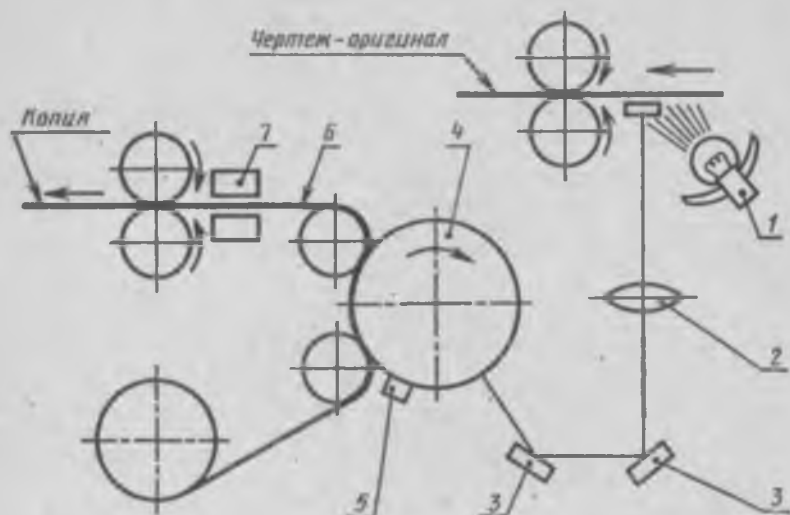


Рис. 334

под воздействием тепла, которое выделяют элементы изображения оригинала вследствие поглощения инфракрасного излучения источника света. Термокопирование применяется для быстрого раз-

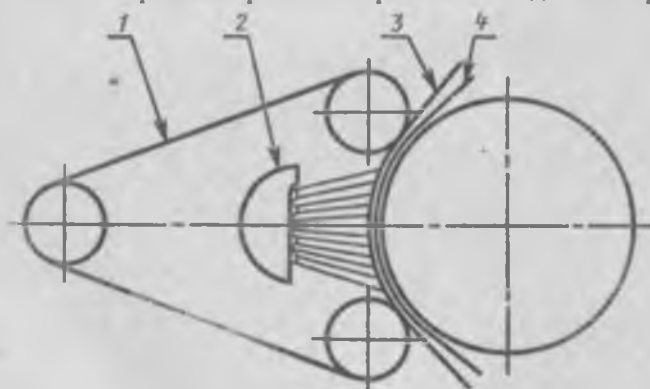


Рис. 335

множения чертежей. Для термокопирования наша промышленность выпускает аппарат Термокопир. Его схема изображена на рис. 335. Термостойкая прозрачная фторлоновая лента 1 перемещает перед источником инфракрасного излучения 2 термореак-

тивную бумагу 3 в контакте с оригиналом 4. Готовая копия получается за 3 ... 5 с.

Основное достоинство термографии — скорость и простота копирования. К недостаткам следует отнести невысокое качество и неустойчивость изображения во времени, поэтому термокопировальный способ применяют для получения копий материалов временного пользования, не предназначенных для архивного хранения.

Фотографические способы копирования основаны на использовании светочувствительных солей серебра. В зависимости от

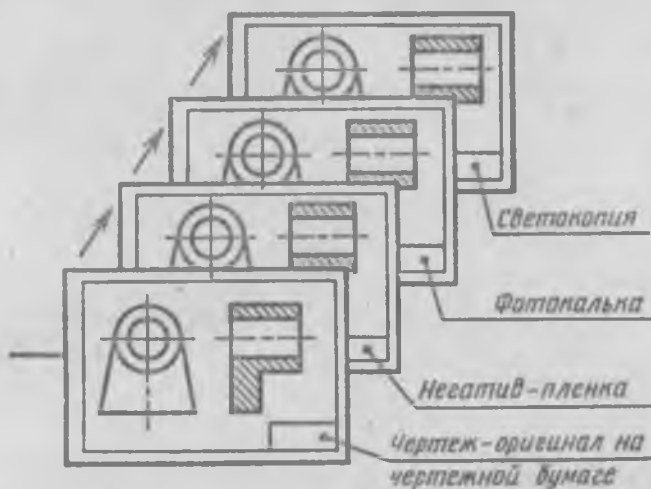


Рис. 336

применяемых фотоматериалов и способа копирования различают контактное фотокопирование, проекционное фотокопирование и микрофильмирование. Наибольший интерес представляет микрофильмирование. Этот способ применяется при больших объемах работ с целью создать портативный архив. Микрофильмирование имеет два основных преимущества: 1) сокращает в сотни раз объем хранимой документации; 2) дает возможность автоматизировать процесс размножения, хранения и поиска технической документации. При микрофильмировании чертеж-оригинал (рис. 336) фотографируется на пленку (негатив). С негатива печатают на фотокальке изображение чертежа, а затем с фотокальки снимают светокопии чертежа.

Электронно-графический способ копирования основан на применении электронно-искрового разряда, воздействующего на электрохимическую бумагу или электрофотопленку. Схема электронно-искрового аппарата показана на рис. 337. Два барабана устанавливают на одной оси, на одном из них (барабан 4) закрепляют оригинал, на другом (барабан 3) — электрохимическую

бумагу или электрофотопленку. Вдоль образующей барабанов передвигаются головки: считывающая 1 и записывающая 2. Оптическая система считывающей головки проецирует элементы чертежа-оригинала на фотоприемник, который преобразует световую информацию в последовательность электрических сигналов. Последовательность сигналов усиливается электронным устройством и подается на записывающую головку, представляющую собой тонкую иглу-электрод.

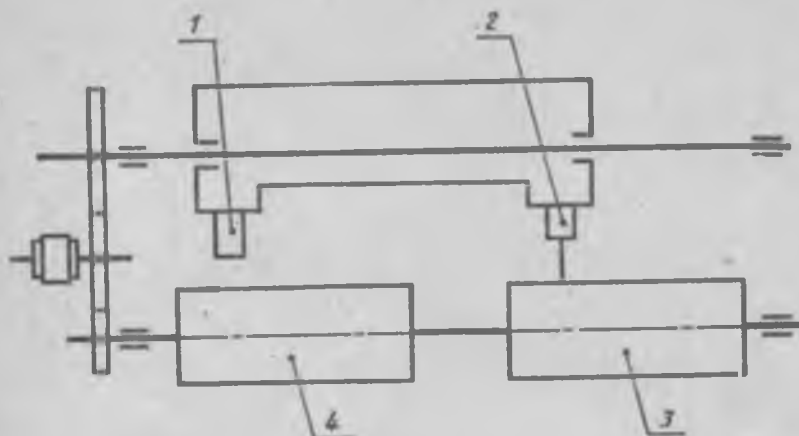


Рис. 337

В результате искрового разряда между иглой и корпусом барабана 3 на бумаге или пленке остается след, соответствующий изображению на оригинале. Электронно-графический способ редко применяется для получения единичных копий. Основными достоинствами этого способа являются: 1) изготовление копий на свету без какой-либо дополнительной обработки; 2) возможность высокой автоматизации процесса. Наибольшее распространение он получил при изготовлении печатных форм для дальнейшего тиражирования.

Оперативная полиграфия

При размножении чертежей и другой технической документации в сотнях и тысячах экземпляров экономически целесообразно использовать средства оперативной полиграфии, поскольку ее способы размножения сравнительно просты, оборудование портативно и имеет высокую производительность.

Различают три способа оперативной полиграфии:

- 1) офсетный;
- 2) трафаретный;
- 3) гектографический.

Офсетный способ. При офсетном способе печати оттиск на бумаге получают с помощью промежуточного резинового (офсет-

ного) валика, который переносит краску с печатной формы на бумагу. Печатные формы изготавливаются на специальной гидрофильной бумаге или на зернистой алюминиевой фольге электрографическим, электронскровым, фотомеханическим и другими способами. Поверхность формы имеет особенность адсорбировать (поглощать) воду пробельными участками, а печатающие элементы восприимчивы к жирной краске. Смоченная водой форма отталкивает краску и последняя остается только на элементах изображения. С такой формы изображение переносится на бумагу контактным способом.

В оперативной полиграфии применяется офсетная машина облегченного типа — ротапринт, схема которой показана на рис. 338.

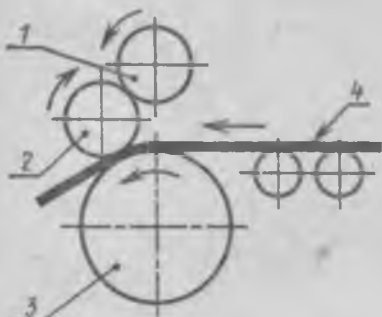


Рис. 338

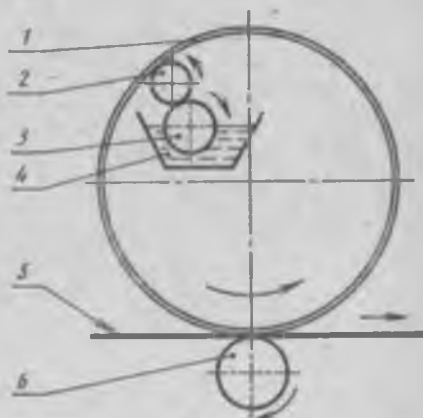


Рис. 339

Краска с печатной формы (цилиндра 1) переносится на офсетный барабан 2, а с него — на бумагу 4, которая проходит между офсетным 2 и печатным 3 барабанами. Офсетная печать наиболее производительна, может давать до 1000 оттисков в час.

Трафаретный способ. При трафаретной печати печатная форма имеет отверстия в местах, соответствующих линиям изображения. Через эти отверстия краска выдавливается на лист бумаги, в результате чего образуется оттиск, соответствующий оригиналу.

Отверстия в форме получают ручным, электронскровым или фотомеханическими способами. Если форма изготавливается на специальной многослойной пластикатной пленке электронскровым способом, то такая форма обеспечивает получение до 10000 оттисков.

Машины для трафаретной печати (ротаторы) более просты и портативны (в основном настольного типа) по сравнению с машинами для офсетной печати.

Ротатор (рис. 339) состоит из металлического барабана 1 с сетчатой поверхностью, покрытой тканью, на которой укрепляется печатная форма. Внутри барабана имеется валик 3, смачиваемый краской из ванны 4. С поверхности валика 3 краска пере-

дается на поверхность распределительного валика 2, оттуда через отверстия в барабане 1 переходит на красящую ткань и на печатную форму. При прохождении бумаги 5 между барабаном 1 и печатающим валиком 6 краска продавливается через отверстия формы, оставляя на бумаге оттиск оригинала.

На ротаторах можно получить многоцветное изображение путем смены печатной формы и краски при многократных пропусках бумаги через ротатор.

Гектографический способ. При гектографическом способе печати основой для печатной формы является чертежная проз-

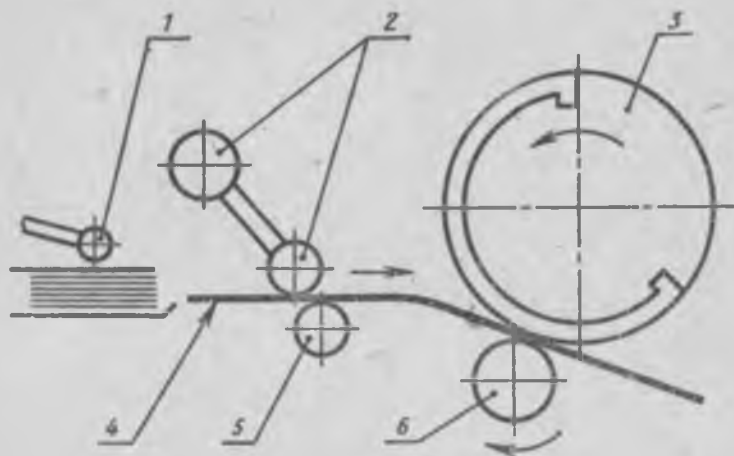


Рис. 340

рачная бумага марки Д. Для изготовления формы под бумагу подкладывают специальную гектографическую копировальную бумагу. Изображение на форме выполняют вручную, текст печатают на пишущей машинке. С копировальной бумаги на обратную сторону формы в местах, где проходят линии изображения, переходит краситель. В гектографическом аппарате этот краситель, растворяясь в этиловом спирте, в виде оттиска переносится на бумагу-копию. Поэтому гектографическую печать иногда называют спиртовой печатью. С одной формы получается до 200 оттисков.

Вместо ручного копирования при изготовлении гектографических форм применяют специальную термореактивную копировальную бумагу.

Основные части гектографа показаны на рис. 340: печатный барабан 3, на поверхности которого укреплена печатная форма, прижимной валик 6, ведущий валик 5, подающее бумагу устройство 1, приспособление для увлажнения бумаги 2. Листы бумаги 4 поочередно вводятся в гектограф, в котором поверхность бумаги увлажняется этиловым спиртом. При контакте бумаги с печатной

формой спирт частично растворяет на ней краситель и некоторое количество красителя переходит в виде оттиска на бумагу.

На гектографе можно изготовить несложное многоцветное изображение, используя разноцветную копировальную бумагу при изготовлении формы, что дает возможность показать большое число инженерных сетей и коммуникаций на одном чертеже и соответственно уменьшить объем проектной документации.

Качество изображения при гектографическом способе печати несколько хуже, чем при иных способах оперативной полиграфии. Основные достоинства этого способа: простота получения печатных форм, высокая оперативность.

§ 50. КОНСТРУКТОРСКАЯ ОРГТЕХНИКА

Трудоемкость процессов выполнения конструкторской документации направляет техническую мысль на путь совершенствования чертежных приборов и инструментов, а также создание их новых видов. Многие советские ученые и инженеры занимаются изучением процессов выполнения конструкторско-чертежных работ с целью создания новых механизированных и автоматизированных приборов, облегчающих работу чертежников и конструкторов. Некоторые из созданных инструментов, приспособлений и устройств описаны ниже.

Трафареты и аппликации

Трафареты в виде пластинок из прозрачного материала (плексигласа, целлулоида) с различными прорезями значительно уменьшают время выполнения графических работ и, кроме того, обеспечивают нужную точность изображений. Таковы, например, трафареты для вычерчивания болтов, гаек, заклепок, различных условных знаков, окружностей и их дуг, определенного радиуса. Так, например, с помощью трафаретов, показанных на рис. 341, можно вычертить различные окружности (рис. 341, а), гайки и шайбы трех разных диаметров (рис. 341, б). Для вычерчивания различных сопряжений служит трафарет-радиусник (рис. 342). С его помощью можно проводить дуги окружностей различных радиусов.

Трафарет, изображенный на рис. 343, позволяет быстро и точно делить отрезки прямых линий на две равные части, проводить нормали к кривым, а также находить центры дуг окружностей.

Если, например, нужно разделить данный отрезок прямой линии AB на две равные части и в середине его восстановить перпендикуляр, то шкалу трафарета прикладывают к отрезку AB так, чтобы нулевая точка деления шкалы находилась примерно в середине отрезка. Затем трафарет перемещают по линии AB так, чтобы размер от нуля шкалы до точки A стал равным размеру до точки B . По нулевой точке иглой отмечают середину отрезка

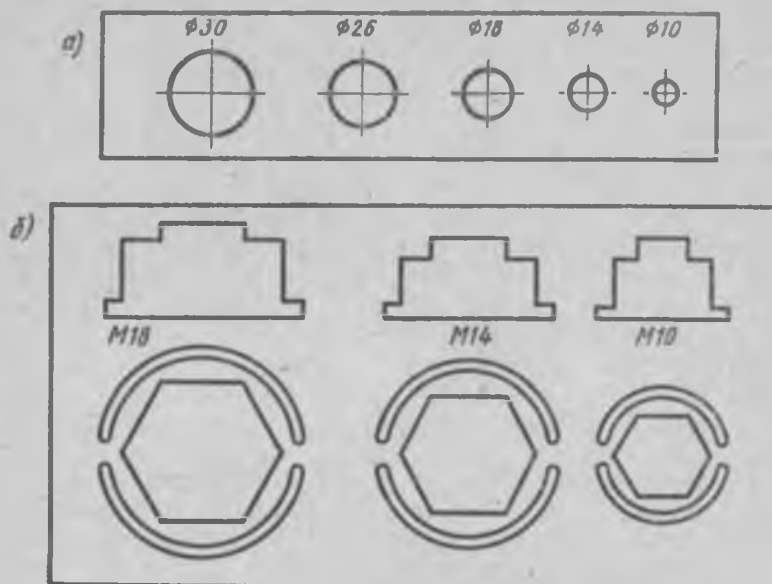


Рис. 341



Рис. 342

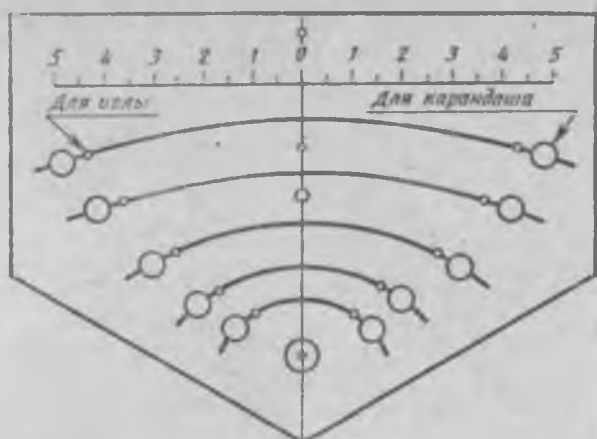


Рис. 343

АВ, а с помощью отверстий на осевой линии наколом иглы отмечают две точки, принадлежащие искомому перпендикуляру. С помощью этого трафарета можно провести перпендикуляр к отрезку прямой в любой точке, лежащей на этом отрезке.

На рис. 344 показан трафарет-линейка для вычерчивания элементов электросхем: катушек индуктивности, резисторов, диодов, емкостей и пр. Для аналогичных целей служит трафарет-треугольник (рис. 345).

В настоящее время широко распространен монтажно-аппликационный способ выполнения чертежей. Типографским способом в больших тиражах выпускаются аппликации различных проекций (видов) наиболее часто применяемых в машиностроении де-

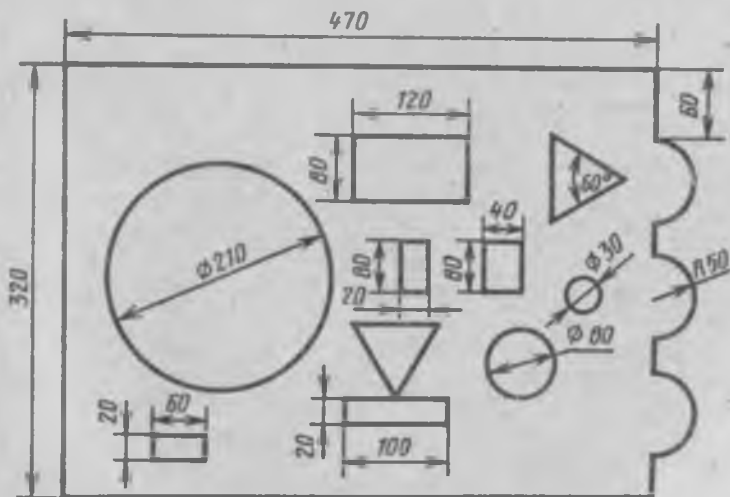


Рис. 344

талей и изделий. Конструктор или чертежник вместо вычерчивания каждый раз изображения одной и той же детали или изделия может наклеить их печатное изображение на готовый чертеж. Для аппликации применяется специальная самоклеющаяся пленка с матовой поверхностью на лавсановой основе. Способом аппликаций очень удобно выполнять чертежи электрических и электронных схем.

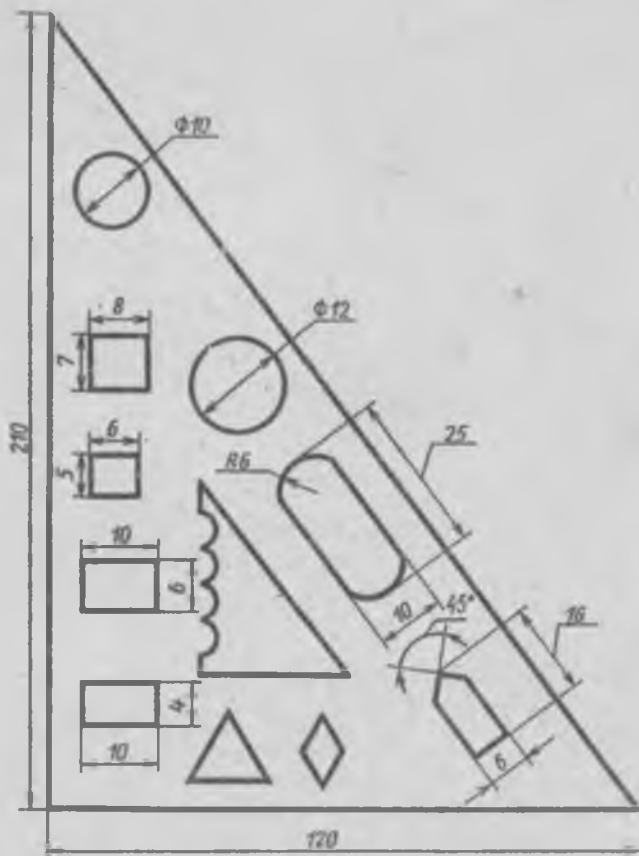


Рис. 345

Аппликации могут быть также выполнены светокопированием и представлять собой изображение наиболее распространенных нормализованных элементов деталей (например, центровых отверстий, проточек и т. п.) или целых деталей и даже изделий, выполненных часто в виде контурных очертаний, как на рис. 346, на котором представлены аппликации-контуры главного вида и вида слева вертикально-сверлильного станка. Такие аппликации применяют при выполнении чертежей расстановки станков внутри заводских зданий.

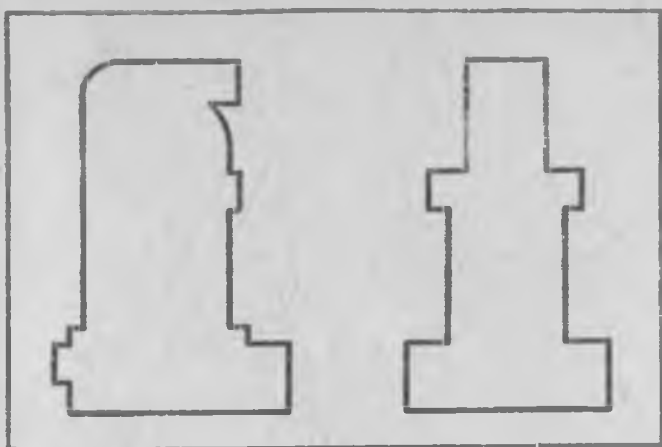


Рис. 346

Чертежные приборы

В современном конструкторском отделе кроме специальных чертежных станков («кульманов») в арсенале конструктора имеется много вспомогательных приборов, например, механизированный штриховальный прибор, который во много раз повышает производительность труда чертежника-конструктора и способствует улучшению качества выполнения штриховки; механическая резинка величиной с обыкновенную автоматическую ручку с встроенным миниатюрным электродвигателем с автономным питанием и т. п. Специальные чертежные приборы применяются для сокращения времени построения различных кривых и автоматизации процесса построения. Таковы приборы: эллипсограф, позволяющий вычерчивать эллипсы различных размеров; гипербологограф — для воспроизведения гипербол; коникограф, позволяющий строить различные кривые конических сечений. Эти приборы большей частью имеют структуру многозвенного шарнирно-рычажного механизма.

Наипростейший эллипсограф может быстро сделать сам учащийся. Для этого достаточно взять полоску плотной (чертежной) бумаги или картона и отметить на ней длины AC — большой полуоси эллипса и AB — малой полуоси эллипса (рис. 347, а). Если точку C заставить скользить вдоль малой оси эллипса, а точку B — вдоль большой его оси, то точка A опишет эллипс (рис. 347, б).

Устройство коникографа представлено на рис. 348. Он имеет направляющие стержни 2, соединенные с поворотнскользящими стержнями 8 переставными шарнирами 1. Другие концы поворотнскользящих стержней 8 соединяются со стержнями 2 скользящими шарнирами 3. В точке пересечения стержней 8 между собой имеется скользящий шарнир 9 с пишущим острием.

При работе установочные острия шарниров 1 совмещают с заданными точками вычерчиваемой кривой 7, через которые проведены заданные касательные 6. Уста-

новочное острие переставного шарнира 4 совмещают с точкой пересечения касательных 6. Пишущее острие скользящего шарнира 9 устанавливают в третьей заданной точке вычерчиваемой кривой. Затем закрепляют шарниры 1, 4. Поворачивая стержень 5 с помощью шарнира 4, заставляют пишущее острие шарнира 9 описывать искомую кривую.

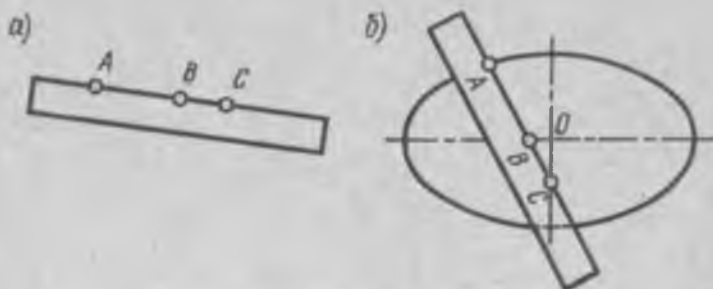


Рис. 347

Шаблоны, трафареты, аппликации, приборы разгружают конструктора и чертежника от непроизводительного труда оформления чертежей и экономят время для творческой работы. Быстрое

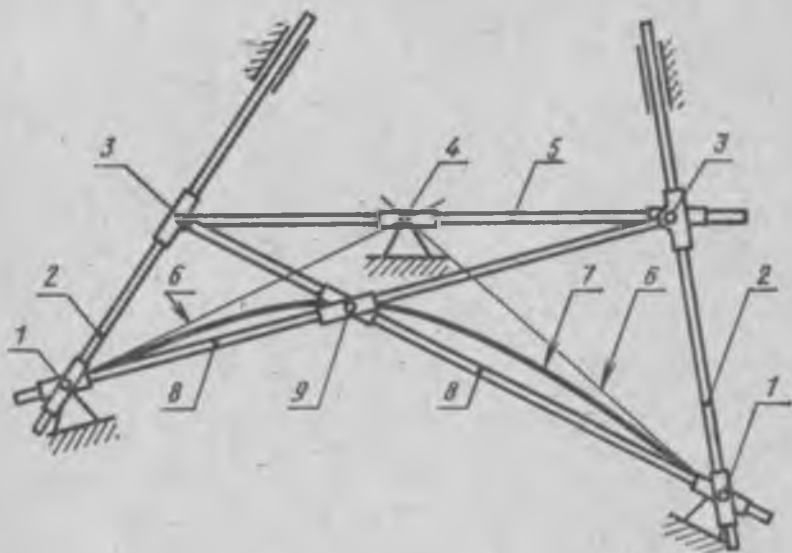


Рис. 348

выполнение чертежей на производстве сокращает сроки освоения новых изделий, ускоряет их выпуск, удешевляет стоимость подготовки производства.

Сокращение трудоемкости работы, связанной с составлением чертежей, может быть достигнуто заменой чертежа его символической записью.

В машинах и приборах есть большое число деталей, которые могут быть легко описаны с помощью цифр и символов, например, вместо чертежа валика, показанного на рис. 349, рабочему может быть дана карточка со следующей записью:

$$\sqrt[3]{\left(\frac{\phi 15}{125} + \frac{\phi 20}{130} + \frac{\phi 25}{110}\right)}$$

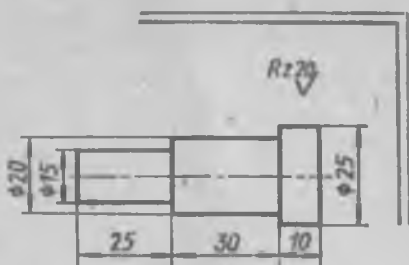


Рис. 349

Такое условное описание детали не только делает возможным ее изготовление, но и позволяет использовать его при необходимости как код для ввода информации о детали в ЭВМ.

§ 51. АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ЧЕРТЕЖНЫХ РАБОТ

Чертеж является завершающей стадией творческой деятельности конструктора, которой предшествует трудоемкая и напряженная работа, связанная с разработкой различных вариантов конструктивного решения, многочисленными расчетами, выбором оптимального варианта.

Использование разнообразных приборов и приспособлений, о которых шла речь в предыдущих параграфах, может лишь частично облегчить труд чертежника, не оказывая никакого влияния на деятельность конструктора.

В то же время разработка на базе технического проекта рабочей конструкторской документации до сегодняшнего дня остается чрезвычайно трудоемкой, требует больших затрат времени. Так, например, по данным некоторых авторов, затраты времени на проектирование одного металлообрабатывающего станка в зависимости от его назначения и сложности конструкции составляют от 10 до 30 человеко-месяцев.

Высокая трудоемкость процесса проектирования объясняется низким уровнем автоматизации конструкторской деятельности человека. Статистикой установлено: за 100 лет производительность труда в промышленности возросла в среднем на 1400%; за тот же период производительность в сфере инженерно-технической деятельности увеличилась лишь на 120%. Это объясняется тем, что до середины двадцатого века научная и инженерная мысль была направлена на механизацию процессов, взятых из области физической деятельности человека.

После второй мировой войны на базе достижений математики, электроники, физики полупроводников были созданы различные электронные вычислительные машины (ЭВМ).

Быстрота обработки информации, гибкость, с которой они могут переключаться в одной задачи на другую, способность выпол-

нять не только арифметические, но и логические операции и, наконец, наличие памяти дают возможность поручить ЭВМ самостоятельно решать различные задачи без вмешательства человека.

С появлением ЭВМ открылась возможность машинизировать многие процессы, взятые из области интеллектуальной деятельности человека, в частности, использовать ЭВМ для решения различных конструкторских и чертежно-графических задач с целью комплексной автоматизации процесса проектирования.

В настоящее время в различных областях науки и техники разрабатываются и успешно используются системы автоматизированного проектирования (САПР), основу которых составляют установки, включающие ЭВМ, оборудованные периферийными устройствами, обеспечивающими ввод информации в ЭВМ и вывод из ЭВМ данных, полученных в результате машинной обработки этой информации; при этом в зависимости от требований результат решения может быть представлен в дискретной (цифровой) или непрерывной (графической) форме.

Наиболее перспективной системой САПР является полуавтоматическая система, при которой решение некоторых (в основном логических) задач человек оставляет за собой, поручая машине решение более свойственных для нее расчетных задач.

Для того чтобы обеспечить возможность осуществить диалог между человеком и машиной, неизбежный при работе ЭВМ в полуавтоматическом режиме, необходимо оборудовать ее устройством оперативного ввода-вывода графической информации. Такое устройство получило название дисплей. Дисплей создается на базе электронно-лучевой трубки с замедленным послесвечением, которая позволяет отображать на экране результат решения в графической форме.

Конструкция дисплея допускает возможность корректировки графического изображения. Проектировщик с помощью «светового пера» может изменять конструкцию, изображенную на чертеже: «стирать» часть изображения, дополнять его новыми элементами.

Объем и назначение настоящего пособия не позволяют дать подробное описание конструкции и принципа работы дисплея. Желющие могут познакомиться с этими вопросами в обширной литературе, посвященной САПР, в частности, с материалами, помещенными в книге Д. М. Зозулевича «Машинная графика в автоматизированном проектировании» (М., Машиностроение, 1976).

Рабочее место оператора-проектировщика, обеспечивающее связь человека с ЭВМ, называется терминалом. В состав терминала должно входить: устройство ввода графической информации; электрифицированная пишущая машинка (ЭПМ) для текстового общения с ЭВМ; дисплей для оперативного вывода и ввода графической информации; чертежный автомат для получения чертежа спроектированной конструкции; процессор — малая специали-

зированной ЭВМ для управления периферийными устройствами, входящими в состав терминала.

Для того чтобы система автоматизированного проектирования могла выполнять возложенные на нее функции, кроме технического оснащения терминала, необходимо иметь программное обеспечение, включающее: специализированные языки, алгоритмы для решения различных задач проектирования и пакет программ, реализующих эти алгоритмы.

Рассмотрим принципиальные схемы основных устройств, входящих в состав терминала.

Устройство ввода графической информации

Конструкция современных цифровых ЭВМ позволяет обрабатывать дискретную информацию, закодированную в цифровой код в двоичной системе счисления и представленную в виде двух четко различающихся электрических сигналов.

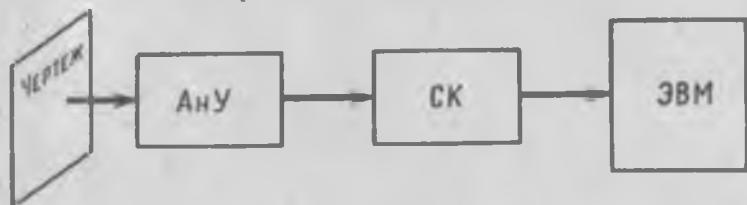


Рис. 350

Любая графическая информация, состоящая из композиции различных линий, является непрерывной формой представления информации.

Чтобы представленную в такой форме информацию преобразовать в код, понятный для машины, необходимо решать следующие задачи:

1) преобразовать непрерывные функции (линии чертежа) в дискретную последовательность точек и представить каждую из них в виде электрического импульса;

2) определить координаты каждой точки этой последовательности;

3) представить эти координаты в двоичной системе счисления в виде электрических сигналов;

4) сгруппировать точки по признаку их принадлежности к каждой из заданных на чертеже линий.

Структурная схема установки, позволяющей автоматизировать ввод информации в ЭВМ, показана на рис. 350. На схеме *АнУ* — анализирующее устройство, с помощью которого решается первая задача; *СК* — счетчик координат, реализует решение второй и третьей задач. Решение четвертой задачи может быть поручено ЭВМ.

В конструктивном отношении *АнУ* представляет собой оптико-механический аппарат с качающимся зеркалом. Для transforma-

ния светового сигнала в электрический АНУ оборудовано фотоумножителем.

Представление об устройстве и работе АНУ дает схема, показанная на рис. 351, на которой: 1 — качающееся зеркало, 2 — фокусирующее устройство, 3 — источник света, 4 — зеркало, 5 — чертеж, 6 — фотоумножитель.

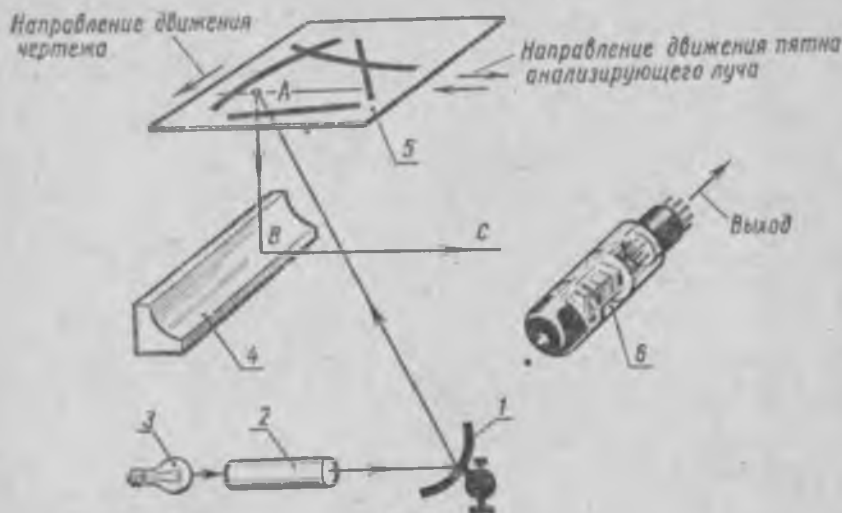


Рис. 351

Принцип работы АНУ состоит в следующем: направление светового (анализирующего) луча изменяется при помощи качающегося зеркала 1, приводимого в движение механизмом с кулачковым толкателем. Пятно светового (анализирующего) луча совершает возвратно-поступательное движение в направлениях, указанных на рис. 351 стрелками (нижняя стрелка показывает направление холостого хода).

Когда световое пятно анализирующего луча попадает на темный растр-элемент, принадлежащий линии чертежа, интенсивность светового потока отраженного луча ABC резко уменьшается. Это приводит к падению напряжения и на выходе фотоумножителя 6 возникает видеосигнал.

Сигнал с фотоумножителя моделирует несущую частоту опорного генератора, что позволяет определить координаты выявленного растрэлемента. Эти координаты, предварительно переведенные в двоичную систему счисления, передаются в ЭВМ.

Дисплей

Дисплей представляет собой устройство, позволяющее осуществить оперативный ввод и вывод информации из ЭВМ в традиционной для человека форме: графической или цифровой.

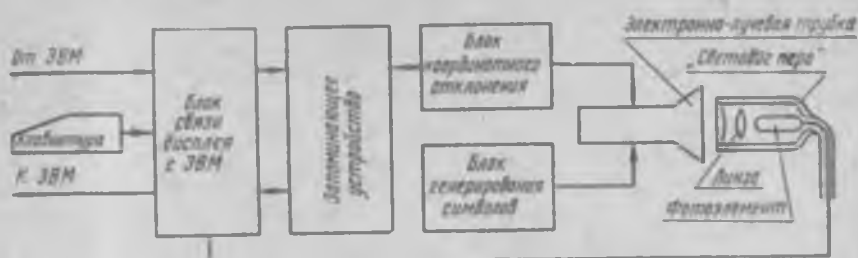


Рис. 352

Основной частью дисплея является электронно-лучевая трубка.

Оператор-конструктор с помощью дисплея может контролировать работу ЭВМ и на любом этапе при необходимости вносить коррективы, используя для этой цели специальное «световое перо». Блок-схема дисплея приведена на рис. 352.

Устройство вывода информации из ЭВМ и представления ее в графической форме

В настоящее время разработаны различные способы автоматического вывода информации из ЭВМ и представления ее в графической форме.

Устройства, реализующие эту операцию, получили название чертежных автоматов.

По принципу действия чертежные автоматы подразделяются на: электромеханические, электронные и растровые (электрохимические, электротермические и др.)

Наиболее широкое распространение нашли электромеханические чертежные автоматы, принципиальная схема которых представлена на рис. 353.

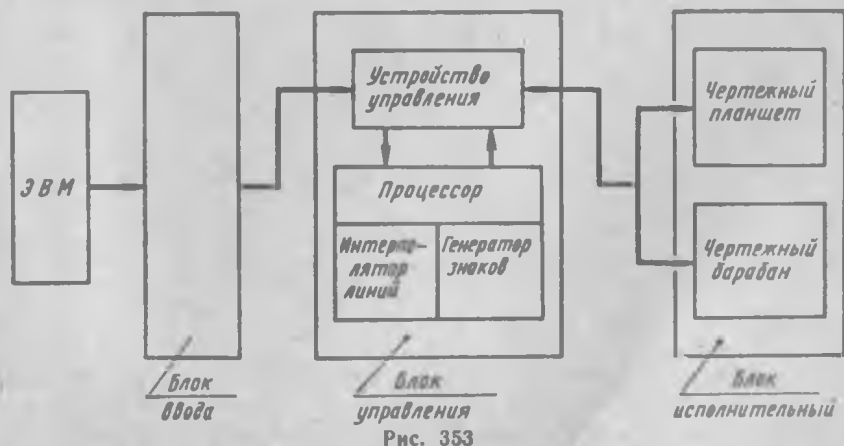


Рис. 353

Нанесение линий чертежа на носитель (бумагу, кальку, фотопленку и т. п.), который закрепляется на планшете или барабане, происходит в исполнительном блоке чертежного автомата, имеющего пишущую головку. С помощью электропривода, состоящего из двух шаговых двигателей, обеспечивается передвижение пишущей головки в двух взаимно перпендикулярных направлениях. У автоматов рулонного типа пишущая головка совершает только одно возвратно-поступательное движение. Перемещение пишущей головки относительно носителя в другом, ортогональном, направлении происходит благодаря вращению барабана, на котором закреплена бумага.

В полуавтоматических системах автоматизированного проектирования применяется ручной ввод графической информации. С этой целью изделие или деталь, подлежащая конструированию, рассматривается как геометрическая фигура, которая расчленяется на элементы — сочетания различных видов линий и участков поверхностей с указанием их взаимного расположения и ориентации по отношению к выбранной системе координат.

С помощью принятой системы кодирования (СК) каждому из отмеченных выше геометрических элементов присваивается цифровое или буквенное обозначение, которое вводится в ЭВМ *.

* Желающим подробно ознакомиться с конструкцией и принципом действия чертежных автоматов (автоматического и полуавтоматического принципа действия) мы рекомендуем прочитать книгу Д. М. Зозулевича «Машинная графика в автоматизированном проектировании» (М., Машиностроение, 1976).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алферов А. В. Механизация и автоматизация проектно-конструкторских работ. М.: Энергия, 1973. 121 с.
2. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1978. 728 с., 560 с. и 580 с.
3. Боголюбов С. К., Воинов А. В. Машиностроительное черчение. Учебник для техникумов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1974. 316 с.
4. Вяткин Г. П. и др. Машиностроительное черчение. Учебное пособие для вузов/Под ред. канд. техн. наук Г. П. Вяткина. М.: Машиностроение, 1977. 304 с.
5. Засов В. Д., Юрин В. Н. Размножение технической документации. М.: Машиностроение, 1968. 140 с.
6. Зозулевич Д. М. Машинная графика в автоматизированном проектировании. М.: Машиностроение, 1976. 240 с.
7. Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению/Под ред. Н. С. Меньшикова. 13-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1977. 327 с.
8. Фролов С. А. Начертательная геометрия. Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1978. 240 с.
9. Фролов С. А. Автоматизация процесса графического решения задач. Минск.: Высшая школа, 1980. 254 с.

АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А		Д	
Аксенометрия	44	Деталь	91
Армированное изделие	225	Диаметр резьбы:	
		наружный	55
		номинальный	55
Б		Диметрия	45
База в машиностроении	103	Дисплей	294
Бобышка	96	Длина резьбы	64
Болт	70	Документ текстовый	205
Бумага светочувствительная	280	Документы конструкторские	205
Буртик	96	Допуск:	
		размера	112
		формы и расположения поверхно-	
		стей	115
В		Дубликат	280
Вентиль	224	Диазокалька	280
Вал	230		
Взаимозаменяемость	112	Е	
Вид:		Единица сборочная	9,209
главный	20	ЕСКД	6
дополнительный	21		
местный	21	З	
Винтовая линия глобонная	50	Заготовка	230
Винт:		Задвижка	245
крепежный	76	Зазор	113
установочный	76	Заклепка	154
Г		Зацепление зубчатое:	
Гайка:		внутреннее	173
барашек	76	внешнее	173
круглая	74	эвольвентное	172
прорезная	76	Зенкование	224
(корончатая)		Знак условный:	
шестигранная	75	квадрата	102
Галтель	223	конусности	102
Гектограф	286	радиуса	99
Геликоид		уклона	102
Гипербола		Зоны чертежа	15
Глобонд	196		
Глубиномер	121	И	
Гнездо	73	Изделия. Виды	8
Графические обозначения материалов		Изделие резьбовое	54
в сечениях	42	Изображение	15
Головка зуба колеса	169	Изометрия	45

К

Калька	280
Класс точности (группа или степень):	
резьбы	63
зубчатых колес	175
Клин	9,144
Комплекс	11,207
Комплект	209
Компоновка чертежа	234
Кониктограф	291
Конусность	102
КонOID винтовой (прямой гели-конд)	53
Конус зубчатых колес:	
делительный	188
вершин	188
впадин	188
Копия	12,280
Кронциркуль	
Колесо зубчатое:	
коническое	187
косозубое	184
секторное	185
цилиндрическое	177
червячное	201
шевронное	174

Л

Линия:	
выносная	97
перехода	38
размерная	98
сечения (разомкнутая)	27
среза	39
штриховая	97
Литера	13
Лыска	94

М

Макет	242
Масштаб	17
Модуль	171
Муфта	208

Н

Надпись основная	16
Натяг	113
Недовод резьбы	64
Недорез резьбы	64
Ножка зуба колеса	169
Нониус	121
Нутромер	119
Номера позиций деталей	271

О

Обод	177
------	-----

Окружность:

вершин	169
впадин	169
делительная	169
начальная	169
Оригинал	12,279
Оформление рабочего чертежа детали	91

П

Паз	178
Передачное число	198
Передача:	
зубчатая коническая	198
зубчатая цилиндрическая	180
ременная	166
фрикционная	165
цепная	166
Плашка	64
Подлиник	12,279
Подшипник качения	212
Полос зацепления зубчатой пере-дачи	172
Посадка:	
переходная	113
с зазором	113
с натягом	113
Проект:	
рабочий	14,205
технический	13,205
эскизный	13,205
Проекция наложенная	41
Проточка	216
Профиль:	
зуба колеса	172
резьбы	54
Пружина	137
Паз шпоночный	94
Полка линии-выноски	211

Р

Радиусомер	123
Развертка	134
Размеры:	
габаритные	210
номинальные	112
нормальные линейные	112
Разрез:	
ломаный	24
простой	24
сложный	24
ступенчатый	24
Ребро	94
Редуктор	167
Рейка:	
зубчатая	186
инструментальная	176
основная	176
Резьба:	
внутренняя	67

круглая	63	Уклон	102
левая	68	Упрощения в изображениях:	
метрическая	57	линий пересечения поверхностей	180
многозаходная	55	передач	215
наружная	66	подшипников качения	66
прямоугольная	63	резьбовых изделий	
трубная	58	Уплотнения:	
упорная	63	асбестовые	216
Резьбomer	124	манжетами	218
Рейсмус	122	мягкими набивками	219
Рифление	96	плоскими прокладками	216

С

Сбег резьбы	64
Сечение	
вынесенное	34
наложенное	34
Соединение:	
зубчатое	149
нерзъемное	144
разъемное	144
резьбовое	54
трубное	89
шпоночное	145
штифтовое	152
Сопряжение	100
Спецификация	12,207
Спираль Архимеда	196
Стандартизация	6
Стопорение резьбовых деталей	82
Стрелки	21,97
Смазочные устройства	221
Схема:	

гидравлическая	270
кинематическая	266
общая	262
оптическая	275
пневматическая	273
подключения	262
принципиальная	252
расположения	266
соединений	258
структурная	250
функциональная	250
электрическая	249

Т

Термокопирование	282
Технические требования	95
Технические условия	12
Трафарет	28
Таблица параметров зубчатых колес	182

У

Угломер	123
Угол:	
зацепления зубчатой передачи	172
подъема резьбы	55
профиля резьбы	55
Углы нормальные	112

Ф

Фаска	223
Фитинги	89
Фланец	93
Форматы чертежей	14
Фотокопирование	283

Х

Ход резьбы	55
Храповой механизм	167

Ц

Цапфа	177
-------	-----

Ч

Червяк:	
архимедов	197
глобондный	196
исходный	201
конволютный	196
эвольвентный	196
Чертежи:	
комплексный	18
сборочной единицы	11,225
общего вида	12,230
ремонтный	136

Ш

Шайба:	
круглая	74
пружинная	84
с лапкой	84
Шероховатость поверхности	106
Шов:	
клеевой	163
паяный	163
сварной	157
Шпилька	73
Шплинт	84
Штифт	153

Э

Эвольвента	172
Элемент схемы	247
Элемент выносной	37
Эллипсограф	291
Эскизирование	91

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава I. Основные сведения о конструкторской документации и ее оформлении	6
§ 1. Понятие о стандартизации	6
§ 2. Виды изделий и их составных частей	8
§ 3. Виды и комплектность конструкторской документации	11
§ 4. Стадии разработки конструкторских документов	13
§ 5. Форматы	14
§ 6. Основная надпись чертежа	16
Глава II. Изображение изделий на чертежах	18
§ 7. Правила построения изображений на чертежах	18
§ 8. Виды	20
§ 9. Разрезы	23
§ 10. Сечения	33
§ 11. Условности и упрощения, применяемые при выполнении машиностроительных чертежей	38
§ 12. Условные графические обозначения материалов в разрезах и сечениях	42
§ 13. Аксонометрические проекции	44
Глава III. Изображения изделий с винтовыми поверхностями	50
§ 14. Винтовые линии	50
§ 15. Винтовая поверхность	53
§ 16. Резьба и ее характеристики	54
§ 17. Сбег резьбы, фаски, проточки	61
§ 18. Условное изображение и обозначение резьб на чертежах	66
§ 19. Стандартные крепежные детали, их условные изображения на чертежах	69
§ 20. Условные обозначения стандартных резьбовых крепежных деталей на чертежах	85
§ 21. Упрощенные и условные изображения стандартных крепежных деталей	85
§ 22. Соединение труб резьбовыми фитингами	88
Глава IV. Чертежи и эскизы деталей машин и приборов	91
§ 23. Форма детали и ее элементы	91
§ 24. Характер и число изображений на рабочих чертежах и эскизах деталей	94
§ 25. Содержание текстовой части чертежа	95
§ 26. Нанесение размеров на чертежах и эскизах деталей	96

	§ 27. Производственные рабочие чертежи деталей	106
	§ 28. Обозначение на чертежах материалов деталей	116
	§ 29. Способы измерения деталей и их элементов	118
	§ 30. Последовательность выполнения эскизов деталей	126
	§ 31. Учебные рабочие чертежи деталей	130
Глава V.	Соединения деталей и их изображения на чертежах	144
	§ 32. Изображение разъемных соединений	144
	§ 33. Изображение неразъемных соединений	153
Глава VI.	Изображение передач и их деталей	165
	§ 34. Виды передач	165
	§ 35. Элементы зубчатых передач	168
	§ 36. Конструктивные формы, материалы и способы изготовления зубчатых колес	173
	§ 37. Вычерчивание, расчет и измерение элементов передач с цилиндрическими прямозубыми колесами и реечных передач	177
	§ 38. Вычерчивание и расчеты элементов конического прямозубого колеса и передачи	187
	§ 39. Вычерчивание и расчеты червячной передачи и ее элементов	195
Глава VII.	Чертеж общего вида сборочной единицы (составление, чтение, выполнение чертежей деталей по чертежу общего вида)	205
	§ 40. Виды конструкторских документов	205
	§ 41. Спецификация изделия	207
	§ 42. Сборочный чертеж	210
	§ 43. Некоторые особенности выполнения изображений деталей на сборочных чертежах и чертежах общего вида сборочных единиц	212
	§ 44. Условности и упрощения изображений на чертежах общего вида и сборочных чертежах	227
	§ 45. Последовательность выполнения чертежа общего вида сборочной единицы	230
	§ 46. Чтение чертежа общего вида	242
	§ 47. Выполнение чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы	246
Глава VIII.	Схемы	247
	§ 48. Виды и типы схем	249
Глава IX.	Размножение конструкторской документации. Механизация и автоматизация чертежно-конструкторских работ	279
	§ 49. Способы размножения конструкторской документации	279
	§ 50. Конструкторская оргтехника	287
	§ 51. Автоматизация конструкторско-чертежных работ	293
	Список литературы	299
	Алфавитно-предметный указатель	300