

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра начертательной геометрии и графики

Инженерная графика

Соединения деталей

*Методические указания и задания для самостоятельной работы
студентов всех форм обучения*

Направления подготовки: все с изучением инженерной графики

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Факультеты все

Вологда

2013

УДК 744

Инженерная графика. Соединения деталей: методические указания и задания для самостоятельной работы студентов всех форм обучения. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 32 с.

Методические указания содержат методические материалы по теме «Соединения деталей», включая разъемные и неразъемные соединения, зубчатые зацепления и пружины. Иллюстрации, примеры выполнения, контрольные вопросы направлены на самостоятельное изучение поставленных задач. В дополнение к данным методическим указаниям представлены тесты в ЭУМКД.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГТУ

Составитель А. В. Прыганова, доцент

Рецензент Е.А. Лебедева, канд. техн. наук, доцент

Подписано в печать 06.11.2013. Усл. печ. л. . Тираж .

Печать офсетная. Бумага офисная. Заказ № _____

Отпечатано: РИО ВоГТУ, г. Вологда, ул. Ленина, 15

СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Соединения деталей могут быть **разъемными и неразъемными**.

Разъемными соединениями называются такие, которые можно разобрать без повреждений на отдельные детали и вновь собрать их: соединения с помощью резьбовых крепежных деталей (болтов, шпилек, винтов), деталей без резьбы (штифтов, шплинтов, шпонок); резьбовые соединения труб с помощью фитингов и т. п.

Разъемные соединения могут быть подвижными, когда возможны взаимные перемещения деталей (винты домкратов, прессов, станков, шпоночные и т. п.), и неподвижными (соединения с помощью болтов, фитингов и т. п.). На рис. 1.1 дано изображение фитинга (муфты – тройника) для соединения труб.

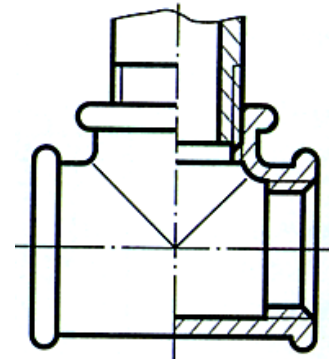


Рис.1.1

Неразъемными соединениями деталей называют такие, в которых детали нельзя разъединить без повреждения: соединения сварные и заклепочные, получаемые пайкой, склеиванием, запрессовыванием, сшиванием.

1. Разъемные соединения

1.1. Резьбовые соединения. В машиностроении широко распространены разъемные соединения, в которых крепление отдельных частей осуществляется с помощью стандартизированных крепежных деталей на резьбе. К ним относятся болты, винты, гайки, шпильки, шайбы и др.

Их вычерчивают по данным справочных таблиц или по заданным отношениям к наружному диаметру резьбы (рис. 1.6). Крепежные детали относятся к стандартным изделиям. На рис. 1.2, *а* изображено болтовое соединение двух деталей, на рис.1.2, *б, в* даны соединения винтом с цилиндрической и конической потайными головками, на рис. 1.2, *г* - соединение винтом с полукруглой головкой.

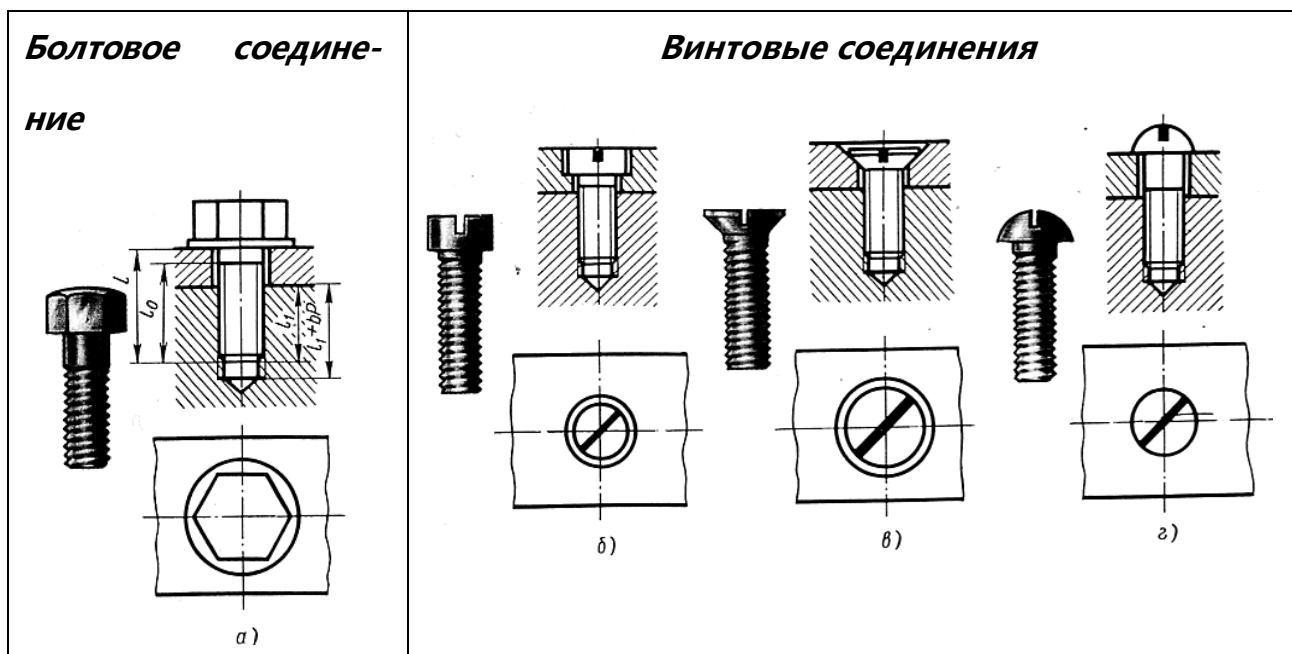


Рис. 1.2

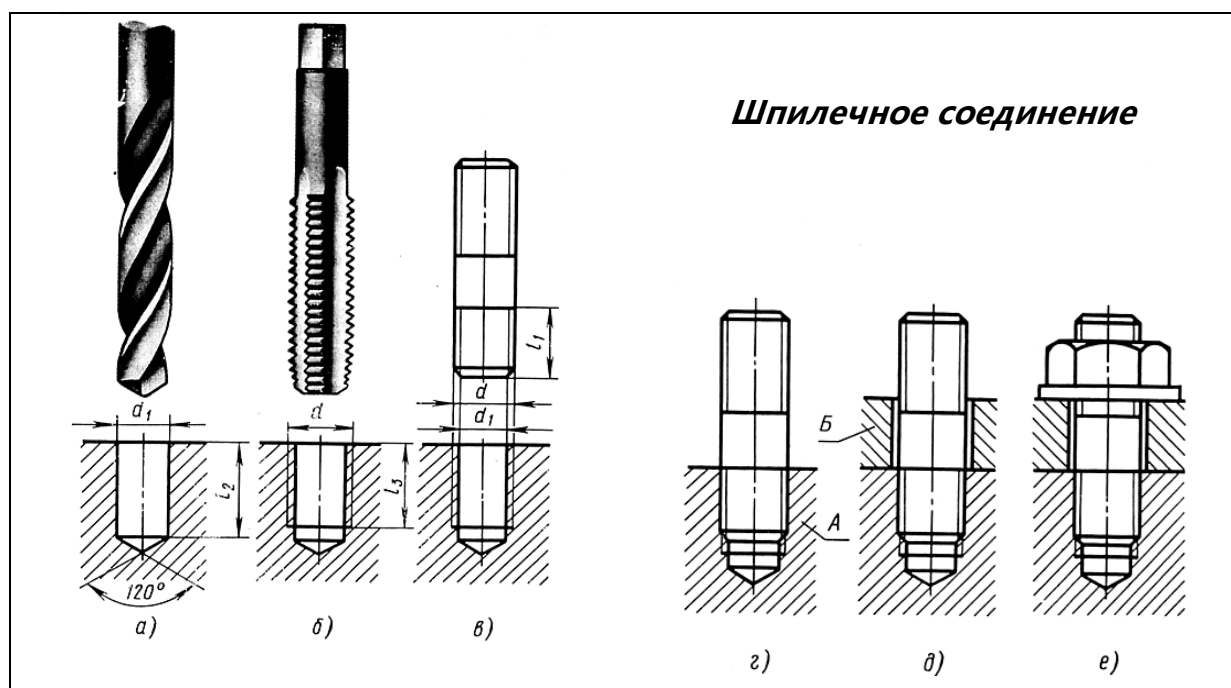


Рис. 1.3

На рис. 1.3 последовательно показано изготовление резьбового гнезда под шпильку:

- 1) сначала сверлом выполняется цилиндрическое отверстие (рис. 1.3, а);
- 2) затем метчиком в отверстии нарезается резьба (рис. 1.3, б);

- 3) шпилькой называют цилиндрическую деталь с резьбой на обоих концах (рис.1.3, в). Диаметр и шаг ее резьбы совпадают с диаметром и шагом резьбы гнезда;
- 4) один конец шпильки закручивается в резьбовое гнездо (рис. 1.3, г) в детали А, на второй конец надевают деталь Б без резьбы, с зазором;
- 5) ставят шайбу и закручивают гайку (рис. 1.3, е).

На рис. 1.4 показано наглядное изображение соединений деталей болтом, винтом, шпилькой без использования шайб. На рис. 1.5 приведены резьбовые соединения с применением упрощений в их изображениях: не показаны зазоры в соединениях деталей, фаски, линии окончания рабочей части резьбы на стержнях крепежных деталей, фрагменты резьбовых гнезд.

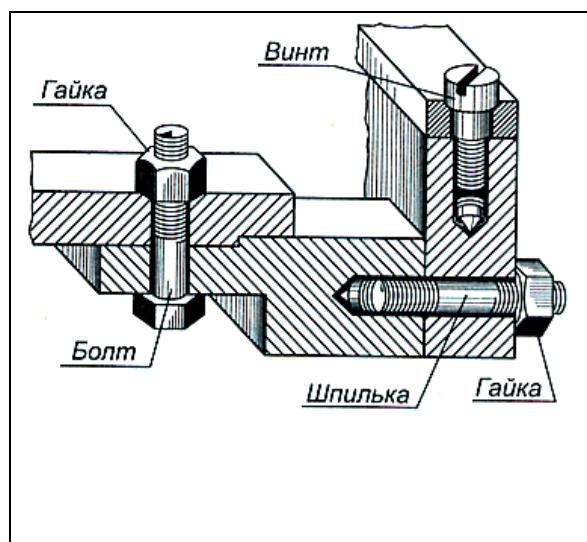


Рис. 1.4

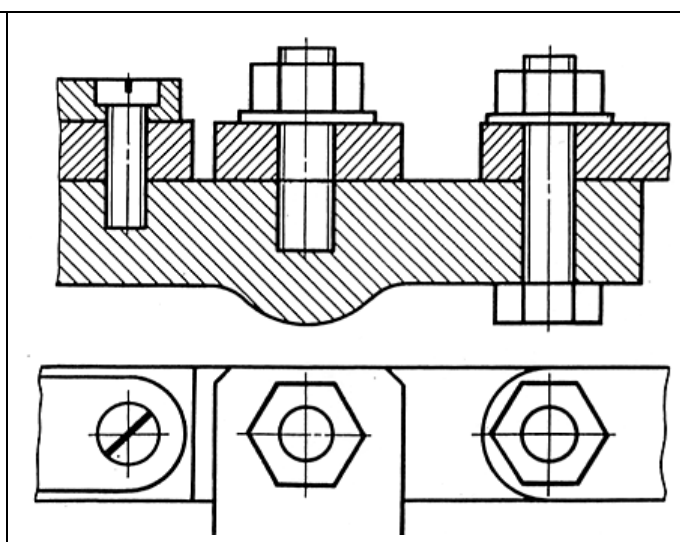


Рис. 1.5

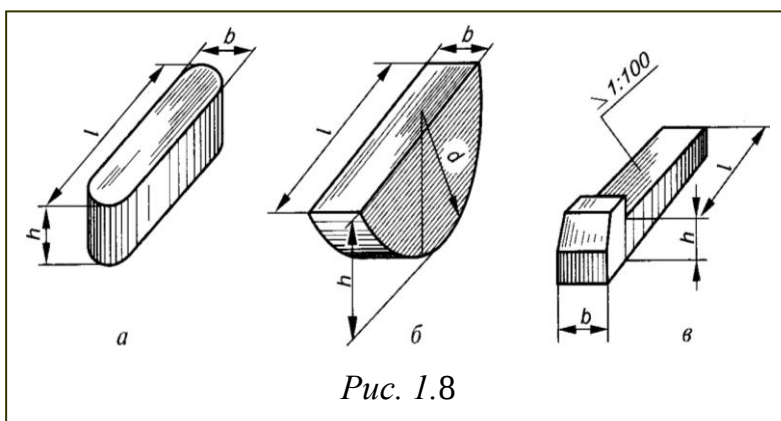
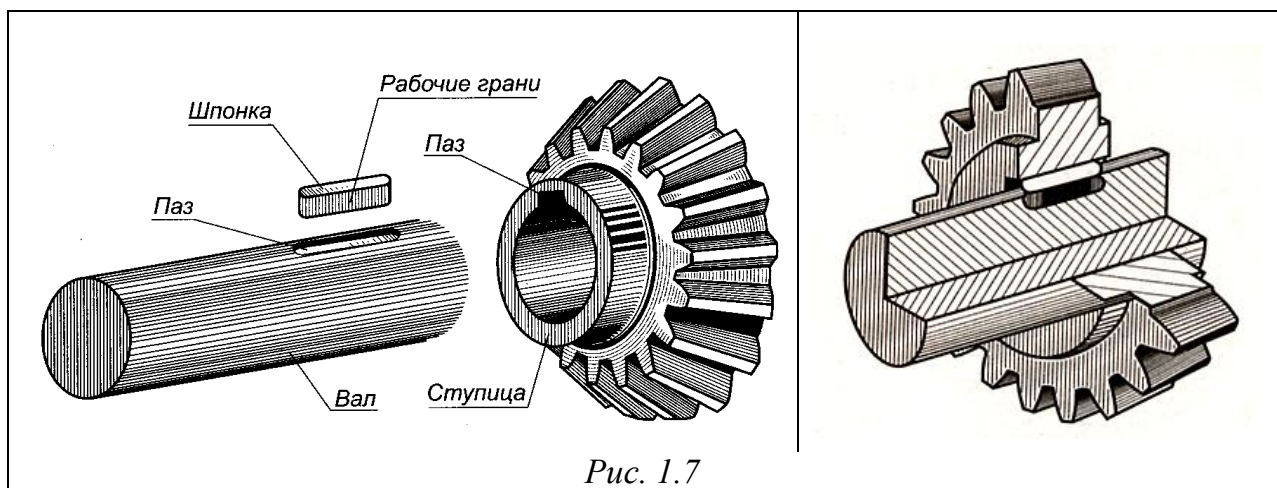
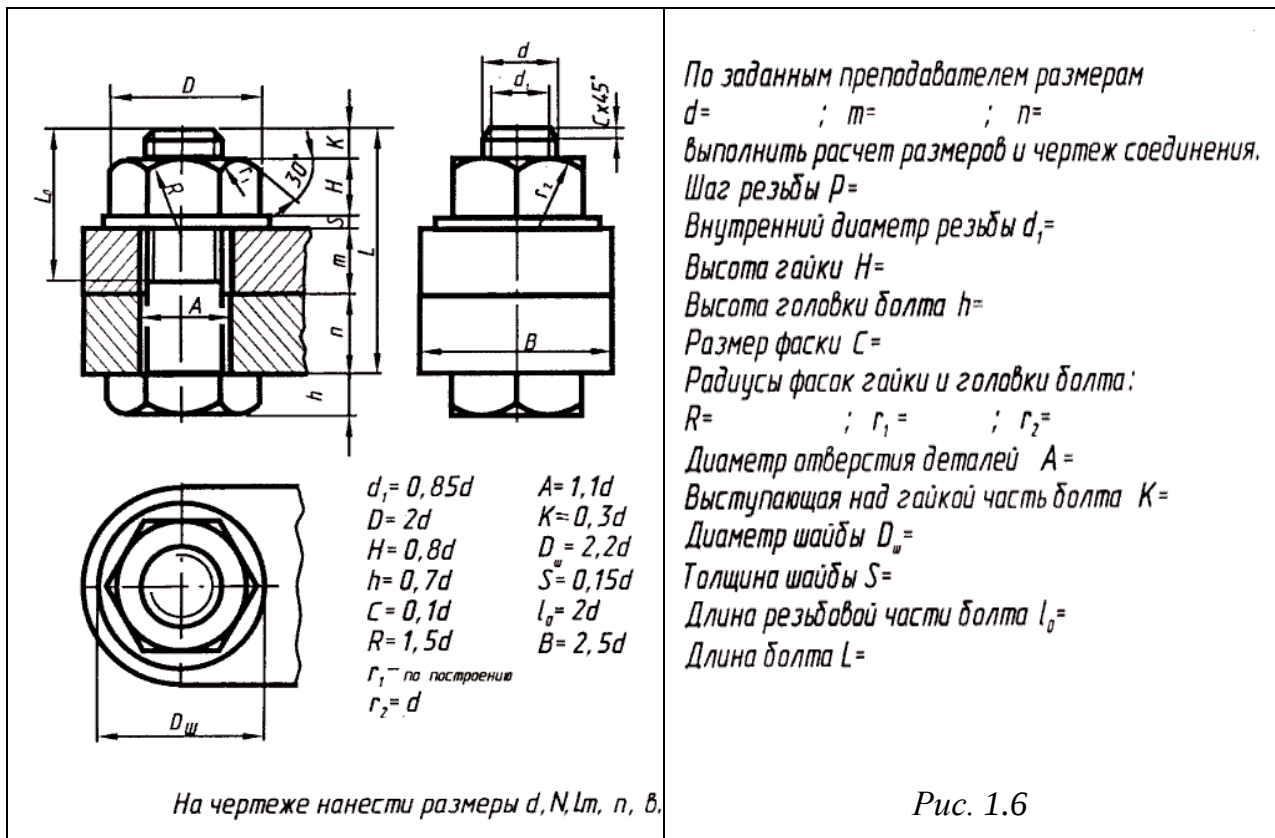
Задача 1.1. Выполнить чертеж болтового соединения по заданию преподавателя (рис.1.6, табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Варианты заданий по теме «Болтовое соединение»

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
D	6	8	10	12	14	16	18	20	24	27
m	10	11	12	14	15	15	15	15	20	20
n	12	13	14	16	18	20	22	25	25	30

1.2. Шпоночные соединения. Шпоночные соединения могут быть неподвижными или подвижными вдоль оси вала. *Шпонка* — это деталь, которая

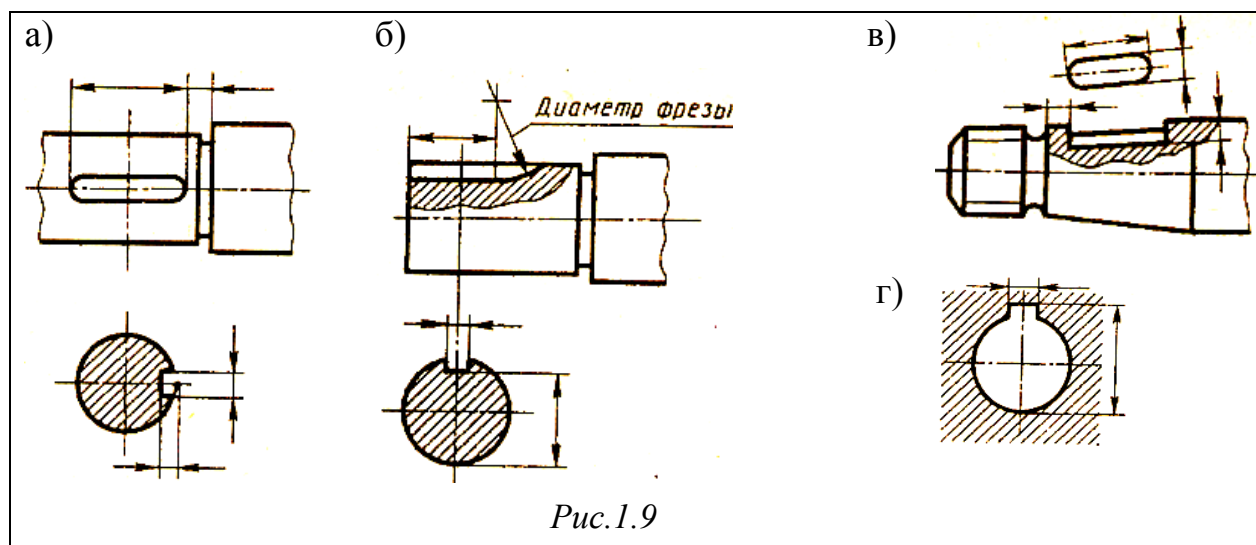
устанавливается в пазах двух соединяемых деталей для передачи крутящего момента (рис. 1.7). Форма и размеры шпонок стандартизованы и зависят от диаметра вала и условий работы соединяемых деталей.



Различают напряженные и ненапряженные шпоночные соединения. В напряженных соединениях, способных передавать крутящий момент и

осевую нагрузку, применяются клиновые шпонки (рис. 1.8, в), а в ненапряженных, передающих только крутящий момент — призматические (рис. 1.8, а) и сегментные шпонки (рис. 1.8, б).

Изображение шпоночных пазов и нанесение размеров на валах показано на рис. 1.9 а, б, в. Нанесение размеров паза в отверстии дано на рис. 1.9, г.



Задача 1.2. Выполнить чертёж шпоночного соединения

Для выполнения чертежа шпоночного соединения по диаметру вала d и длине ступицы колеса $L_{см}$ определяют размер шпонки ($b \times h$) и глубину пазов t_1 и t_2 . Длину шпонки принимают равной $L_{см} - (5 \dots 6)$ мм. Схема выполнения задания на рис. 1.10.

Условное обозначение призматической шпонки: наименование, вид исполнения (исполнение 1 не указывается), размеры поперечного сечения ($b \times h$), длина шпонки l и номер стандарта: Шпонка 2 – 10x8x38 ГОСТ 23360-78.

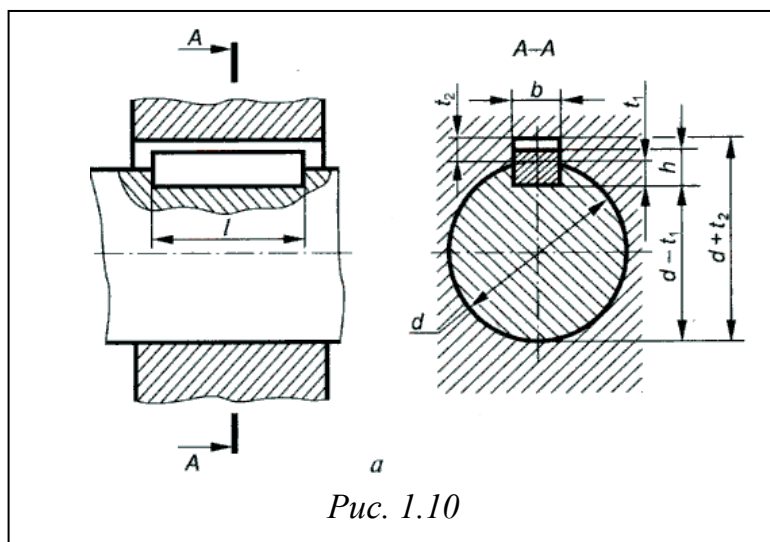


Таблица 1.2 – Варианты заданий по теме «Соединение призматической шпонкой»

Вариант задания	Диаметр вала d , мм	Размеры обыкновенных призматических шпонок				
		Диаметр вала d , мм	Размер шпонки $b \times h$, мм	Глубина шпоночного паза, мм		Длина шпонки l , мм
				на валу l_1	в ступице l_2	
1	12	Свыше 10 до 12	4×4	2,5	1,8	8 ... 45
2	15	Свыше 12 до 17	5×5	3,0	2,3	10 ... 56
3	20	Свыше 17 до 22	6×6	3,5	2,8	14 ... 70
4	25	Свыше 22 до 30	8×7	4,0	3,3	18 ... 90
5	36	Свыше 30 до 38	10×8	5,0	3,3	22 ... 110
6	40	Свыше 38 до 44	12×8	5,0	3,3	28 ... 140
7	48	Свыше 44 до 50	14×9	5,0	3,3	36 ... 160
8	52	Свыше 50 до 58	16×10	6,0	4,3	45 ... 180
9	60	Свыше 58 до 65	18×11	7,0	4,4	50 ... 200
0	68	Свыше 65 до 75	20×12	7,5	4,9	56 ... 220

1.3. Шлицевые соединения. Шлицевое соединение можно рассматривать

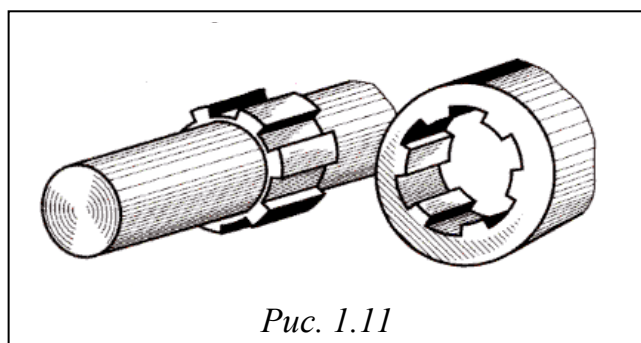


Рис. 1.11

как *многошпоночное* соединение, в котором шпонки и пазы под них выполнены заодно с валом и ступицей и расположены параллельно их осям (рис. 1.11).

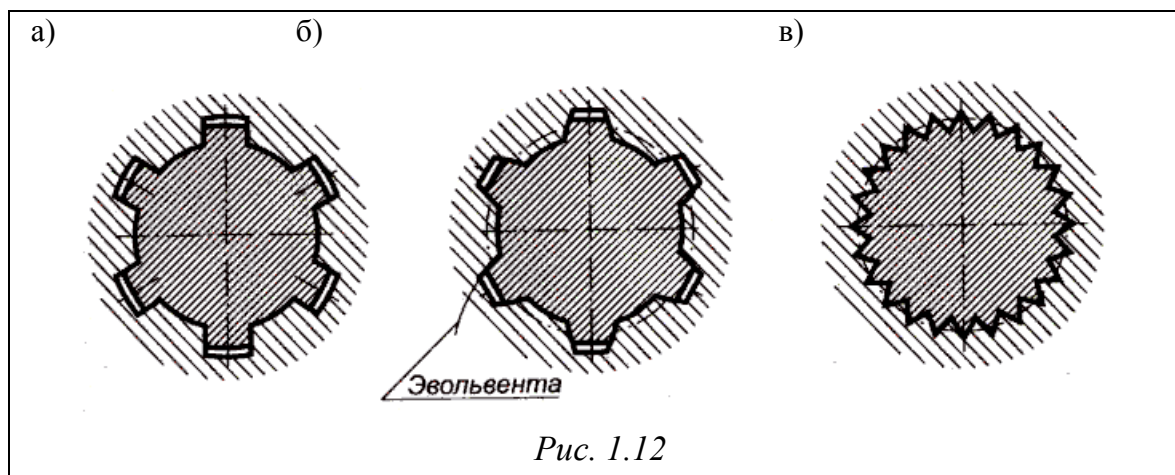
Шлицевые соединения, как и шпоночные, используются для передачи крутящего момента, а также для перемещения деталей вдоль оси вала. Они нашли широкое применение в автотракторной, авиационной и станкостроительной промышленности [2]. Наличие большого числа шлицев (зубьев) на валу позволяет передавать более значительные крутящие моменты по сравнению со шпоночными соединениями и обеспечивать лучшую центровку вала и ступицы.

Стандартные шлицевые соединения могут быть с прямобочным (рис. 1.12, *а*), эвольвентным (рис. 1.12, *б*) и треугольным (рис. 1.12, *в*) профилем шлица. Число зубьев шлицевого соединения определяется нагрузкой и условиями работы.

Условное изображение шлицевых валов, ступиц и их соединений и правила выполнения рабочих чертежей определяет ГОСТ 2.409-74:

1) окружности и образующие поверхностей выступов валов и ступиц изображаются основной линией, а впадин — сплошной тонкой линией (рис. 1.13), пересекающей границу фаски;

2) в продольном разрезе образующие поверхностей выступов и впадин изображаются основной линией. В поперечном разрезе окружность впадин выполняется сплошной тонкой линией:



3) граница шлицевой поверхности, а также граница между шлицами полного профиля и сбегом изображаются сплошной тонкой линией;

4) на плоскости, перпендикулярной к оси вала или оси ступицы, изображается профиль одного выступа и двух впадин. У вала окружность выступов (D), а у ступиц окружность впадин (d) проводятся основной линией. У вала окружность впадин, а у ступицы окружность выступов проводятся сплошной тонкой линией;

5) при изображении шлицевого соединения показывается только та часть поверхности выступов ступицы, которая не закрыта валом, при этом радиальный зазор между выступами и впадинами не показывается (рис. 1.13);

6) на рабочих чертежах ступиц и валов указывается длина l_1 , зубьев полного профиля.

Условное обозначение шлица с прямобочным профилем включает в себя: букву, обозначающую поверхность центрирования; число зубьев z ; внутренний диаметр d , наружный диаметр D ; ширину зуба b ; поле допусков по диаметру центрирования и размеру b (рис. 1.14).

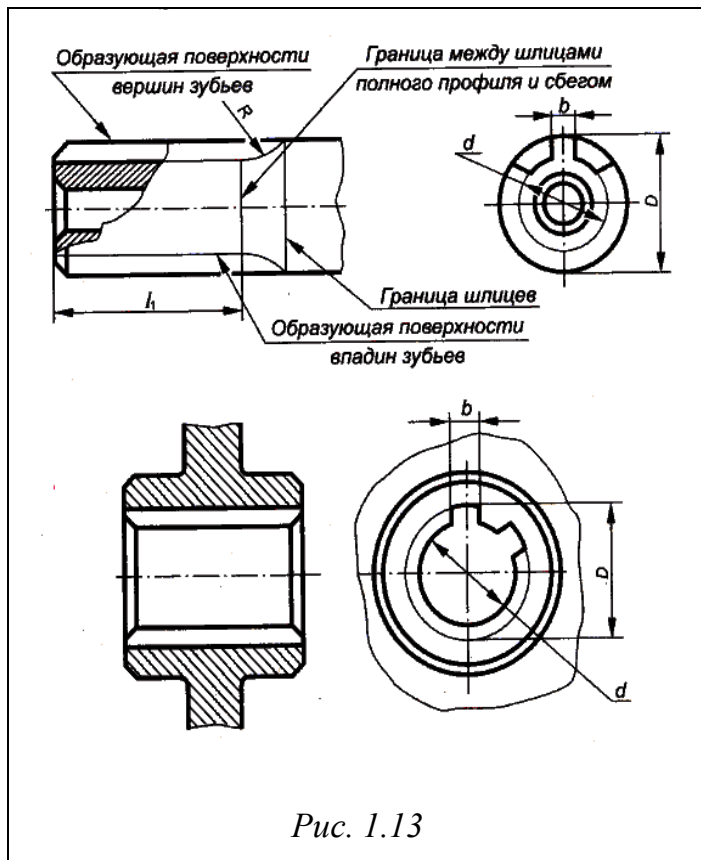


Рис. 1.13

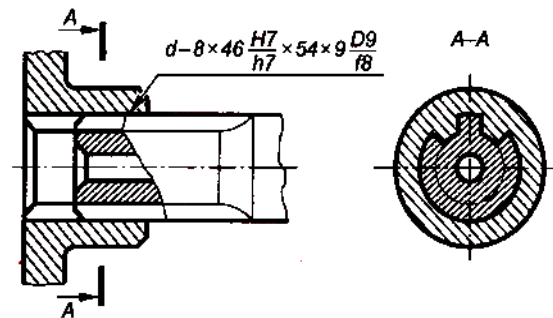


Рис. 1.14

Например:

$d — 8x46h7x54x9f8$

— обозначение вала;

$d — 8x46H7x54x9D9$

— обозначение ступицы;

$D9$

$d-8x46x54x9 f8$

— обозначение соединения

Пример изображения шлицевого соединения с эвольвентным профилем шлица показан на рис. 1.15.

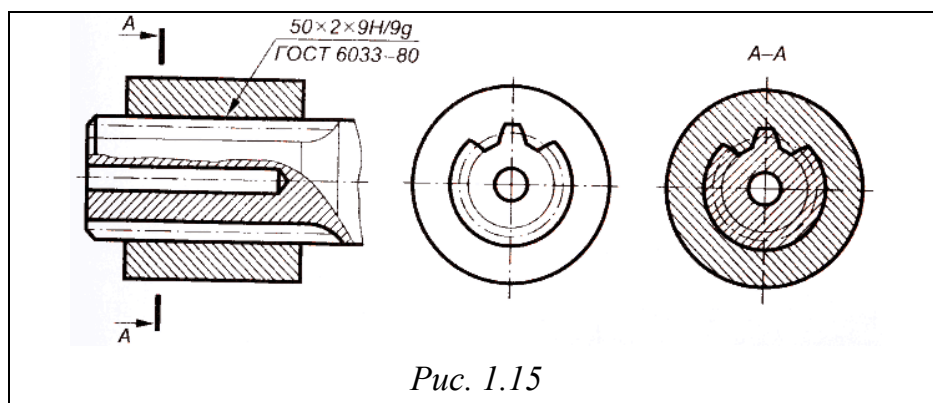


Рис. 1.15

Задача 1.3. Расшифровать обозначения:

1) $d — 8x46h7x54x9f8$; 2) $d — 8x46H7x54x9D9$

$D9$

3) $d-8x46x54x9 f8$

1.4. Байонетные соединения [1] относятся к группе разъемных, быстро выполняемых. Название произошло от слова *байонет* (штык), который был снабжен быстро выполняемым затвором. Их появление обусловлено особыми

эксплуатационными требованиями, среди которых: необходимость быстрой, надежной сборки и разборки изделий, для заправки, смазки (с целью уменьшения трения, предохранения от коррозии); быстровыполняемость стопорения; обеспечение гарантии надежной стерилизации (в медицинских приборах, инструментах) и др. Поэтому в изделиях с байонетными соединениями исключается применение резьб, резьбовых крепежных деталей (болтов, резьбовых шпилек с гайками, винтов).

В деталях таких изделий применяют винтовые пазы, конические и цилиндрические штифты, различные клинья и чаще элементы с уклонами в самих деталях, обеспечивающие взаимное их заклинивание. Как исключение применяются различного вида пружины.

В изделиях с байонетными соединениями составными их частями могут быть не только детали, но и сборочные единицы с неразъемными соединениями деталей (сваркой, пайкой и, реже, с применением различных методов деформации соединяемых деталей).

Байонетные соединения имеют большое практическое значение. Замковые изделия с байонетными соединениями способны воспринимать осевые нагрузки и крутящие моменты в направлениях, соответствующих возможным условиям работы конструкции (расчетные случаи). Среди них известный в медицине аппарат для наложения циркулярных швов в кровеносных сосудах танталовыми скрепками, отмеченный Госпремией; в аппарат был включен оригинальный прибор для наложения продольного шва. Можно привести ряд оригинальных изделий, выполненных изобретателями, народными умельцами, с применением байонетных соединений.

На рис. 1.16 представлен фрагмент сборочного чертежа простого изделия с байонетным соединением, обеспечивающим быструю, надежную, герметичную сборку с контровкой (за счет заклинивания). Известны уникальные устройства в машиностроении, приборостроении и в строительстве, выполняемые из различных материалов без крепежных деталей (болтов, винтов, гвоздей), а также без применения клея, с уникальными «секретками» («хитринками») сборки и разборки.

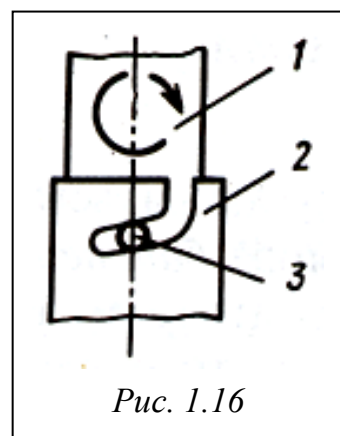


Рис. 1.16

Для четкой передачи всем изготовителям формы таких деталей, имеющих элементы, расположенные под углом, необходимы отличные знания по теории черчения и чтению чертежей.

Задача 1.4. Ответить на вопросы:

1. Какие соединения называют байонетными?
2. Чем вызвана необходимость применения байонетных соединений?
3. Приведите примеры практического применения байонетных соединений.
4. Эскизно изобразите пример байонетного соединения двух деталей.

2. Неразъемные соединения

Неразъемные соединения по способу соединения деталей подразделяются следующим образом: сварка, клепка, пайка, склеивание, сшивание, развальцовка, обжатие, прессование.

Соединения, выполненные развальцовкой, обжатием и прессованием, условных стандартизованных обозначений не имеют и вычерчиваются с соблюдением только правил проекционного и машиностроительного черчения.

2.1. Сварные соединения [2] занимают одно из ведущих мест в современных технологиях. Сварка является наиболее распространенным видом неразъемных соединений, так как лучше других приближает составные детали к цельным, и заменяет литье, ковку, штамповку и т.п.

Наибольшее распространение получили выполняемые при помощи сварки соединения однородных и разнородных металлов, а также металлографитных и пластических масс. Применение сварных соединений позволяет снизить металлоемкость производства до 40% и существенно уменьшить трудоемкость технологических процессов. Недостатки сварных соединений обуславливаются возникновением термических деформаций, весьма ограниченной свариваемостью деталей из тугоплавких материалов, зависимостью качества шва от квалификации сварщика.

Сваркой называется процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого (ГОСТ 2601-84*).

Таблица 2.1-Обозначение стандартизованных способов сварки

ГОСТ	Наименование способа	Условное обозначение
5264—80*	Ручная электродуговая сварка	Р
8713—79*	Автоматическая сварка под слоем флюса без применения подкладок, подушек и подварочного шва	А
	То же, с применением флюсовой подушки	Аф
	То же, с применением стальной подкладки	Ас
	Полуавтоматическая сварка под слоем флюса без применения подкладок, подушек и ручной подварки	П
	То же, с применением стальной подкладки	Пс
11533—75*	Автоматическая сварка под флюсом (под острым и тупым углами) с ручной подваркой	Ар
	Полуавтоматическая сварка под флюсом (под острым и тупым углами) с ручной подваркой	Пр
15878—79	Сварки контактные: точечная роликовая рельефная стыковая	Кт Кр Кв Кс
15164—78*	Электрошлаковая сварка проволочным электродом	Шэ
14771—76*	Электродуговая сварка в защитных газах: в инертных газах неплавящимся электродом	ИН
	в углекислом газе плавящимся электродом	УП
14806—80*	Электродуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах	АИНп
16310—80*	Соединения сварные из полиэтилена, полипропилена и винипласта	Г, Э

Соединения различают (рис. 2.1) стыковые (а, б), нахлесточные (в, г), угловое (д, е), тавровое (ж, з), торцовое (и). Их обозначают буквами С, Н, У, Т, Тр. Кромки свариваемых деталей (рис. 2.1) могут быть подготовлены: с отбортовкой (а), без скосов (в, г, д, ж), со скосом одной

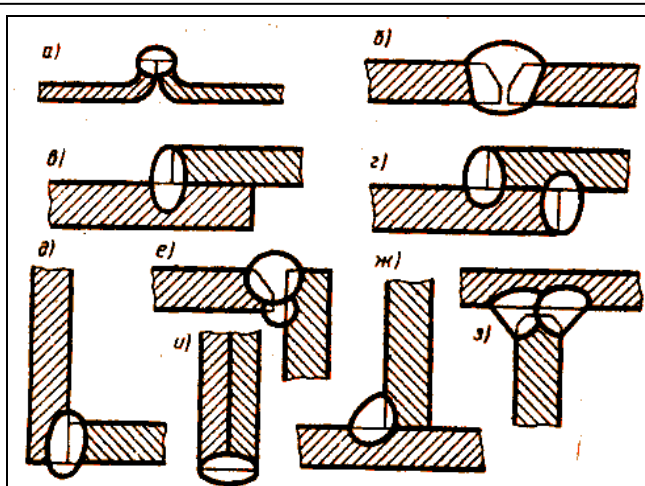


Рис. 2.1

кромки (е), со скосом обеих кромок (б), с двумя симметричными скосами одной кромки (з), с криволинейными скосами, замковыми и др. Шов может быть односторонним (а, б, в, д, ж) и двусторонним (г, е, з), с остающейся или удаляемой подкладкой.

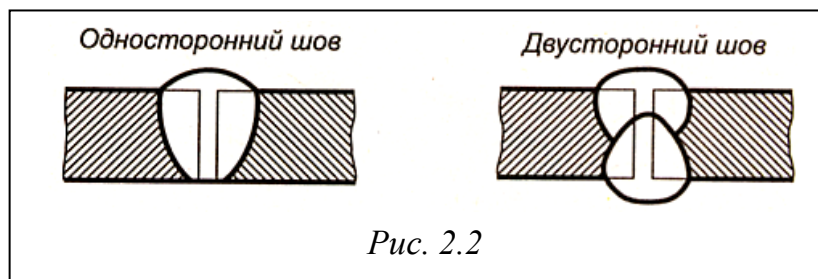


Рис. 2.2

По характеру выполнения швы делятся на односторонние и двусторонние (рис.2.2). На изображении сварного шва различают лицевую и оборотную стороны (рис. 2.3).

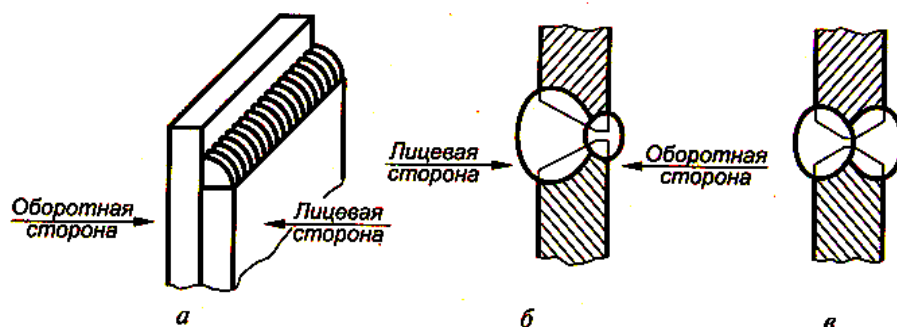


Рис. 2.3

За лицевую в одностороннем шве принимают сторону, с которой производится сварка (рис. 2.3, а); в двустороннем шве с несимметричным скосом — сторону, с которой производится сварка основного шва (рис. 2.3, б); в двустороннем шве с симметричным скосом — любую сторону (рис. 2.3, в).

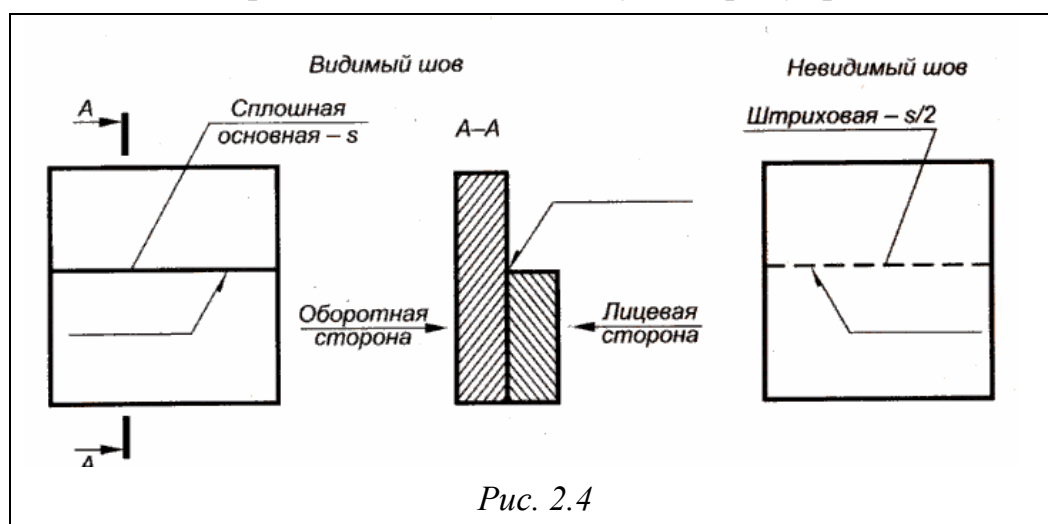


Рис. 2.4

На чертежах к буквенному обозначению добавляют цифровое: С1, С2, С3, ...; Н1, Н2, Н3, ...; У1, У2, У3, ...; Т1, Т2, Т3, характеризующее вид подготов-

ки кромок и интервал толщин свариваемых деталей (табл.2.2). Интервалы толщин установлены стандартами.

Видимые сварные швы на чертеже изображают основной линией, невидимые — штриховой (рис. 2.4).

Таблица 2.2. - Условные обозначения сварных соединений и их толщин

C1 1...4	C2 1...4	C3 1...4	C4 1...4	C5 1...4
C6 1...4	C7 2...5	C8 3...60	C9 3...60	C10 3...60
C11 3...60	C12 3...60	C13 15...100	C14 15...100	C15 8...100
C16 30...120	C17 3...60	C18 3...60	C19 6...100	C20 3...60
C21 3...60	C23 15...100	C24 15...100	C25 8...120	C26 30...175
C27 30...175	C28 1...12	C39 12...120	C40 12...120	C42 6...12
C42 6...12	C43 12...100	C45 8...40	C45 8...40	Y1 1...4
Y2 1...12	Y4 1...6	Y4 1...30	Y5 2...8	Y5 2...30
Y6 3...60	Y7 3...60	Y8 8...100	Y9 3...60	Y10 3...60
T1 2...40	T2 15...100	T3 2...40	T5 3...120	T6 3...60
T7 3...60	T8 8...100	T9 12...100	H1 2...60	H2 2...60

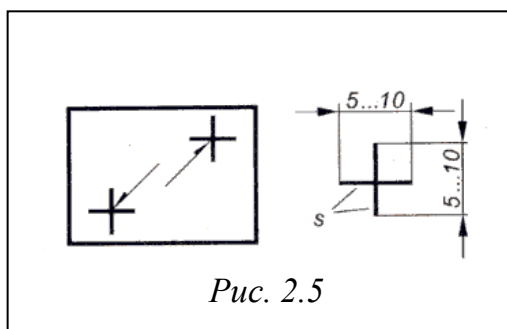


Рис. 2.5

Видимые одиночные сварочные точки независимо от способа сварки условно изображают знаком +, который выполняют основной линией (рис. 2.5). Невидимые одиночные сварные точки на чертеже не изображают.

Наличие сварного шва на изображении детали указывают односторонней стрелкой (рис. 2.6). Условное обозначение лицевых швов наносят над полкой линии-выноски, а оборотных — под полкой (рис. 2.7).

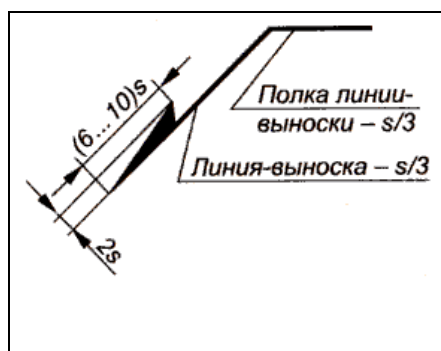


Рис. 2.6

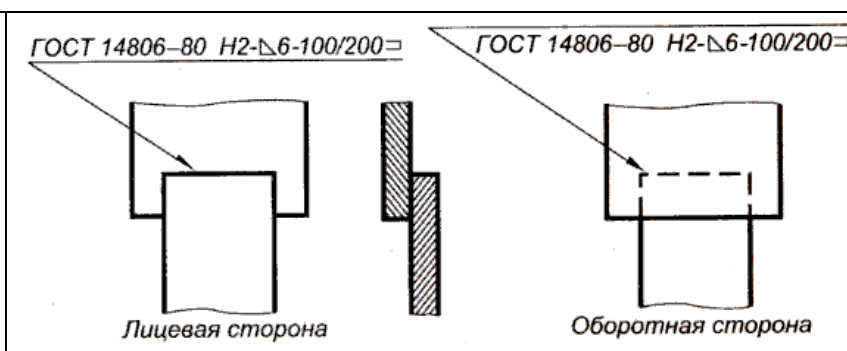


Рис. 2.7

Структура обозначения стандартных швов (ГОСТ 2.312—72) следующая:

- 1— вспомогательные знаки (О — шов по замкнутой линии; 7— монтажный шов);
- 2— номер стандарта (таблица 2.1);
- 3— стандартное буквенно-цифровое обозначение шва;
- 4— стандартное условное обозначение способа сварки;
- 5— условный графический знак шва Δ и размер его катета. Катет — толщина наплавленного слоя;
- 6 — размер шва в мм (для прерывистого шва — длина провариваемого участка, знак / или Σ и шаг; для одиночной сварочной точки — расчетный диаметр точки; для шва контактной точечной электросварки — расчетный диаметр точки, знак / или Σ и шаг; для шва контактной роликовой сварки — расчетное значение шва; для прерывистого шва контактной роликовой сварки — расчетная ширина шва, знак умножения, длина провариваемого участка, знак / или Σ и шаг);
- 7— вспомогательные знаки (табл. 2.3);
- 8— обозначение шероховатости поверхности шва;
- 9 — указание о контроле шва.

Таблица 2.3 - Вспомогательные знаки в обозначении сварного шва

Знак	Значение знака	Расположение знака относительно полки-выноски	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением (угол наклона линии 60°)		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением.		
	Шов по замкнутой линии (диаметр знака 3...5 мм)		
	Шов по незамкнутой линии. Применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

Примеры условных обозначений сварных швов.

1) ГОСТ 14806—80 T5 P_H 3- ∇ 6 - 50 Z 100 — электродуговая сварка алюминия, соединение тавровое (T5), сварка ручная в среде защитных газов (P_H 3) катет шва 6 мм (∇ 6) шов шахматный, длина провариваемого участка 50 мм, шаг 100 мм (50 Z 100);

ГОСТ 5264—80 C18 $\square$ — ручная электродуговая сварка при монтаже, шов стыковой (C 18) по незамкнутому контуру ($\square$).

Задача 2.1. Вычертить сварное соединение и обозначить сварные швы по заданию на рис. 2.8.

Пример выполнения чертежа сварного соединения на рис. 2.9.

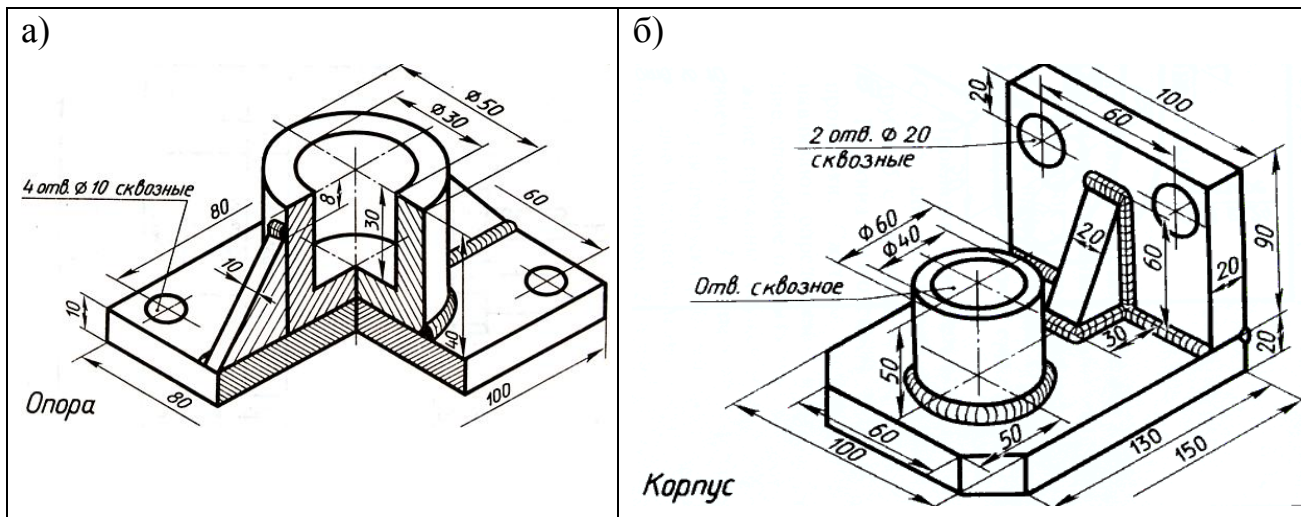


Рис. 2.8

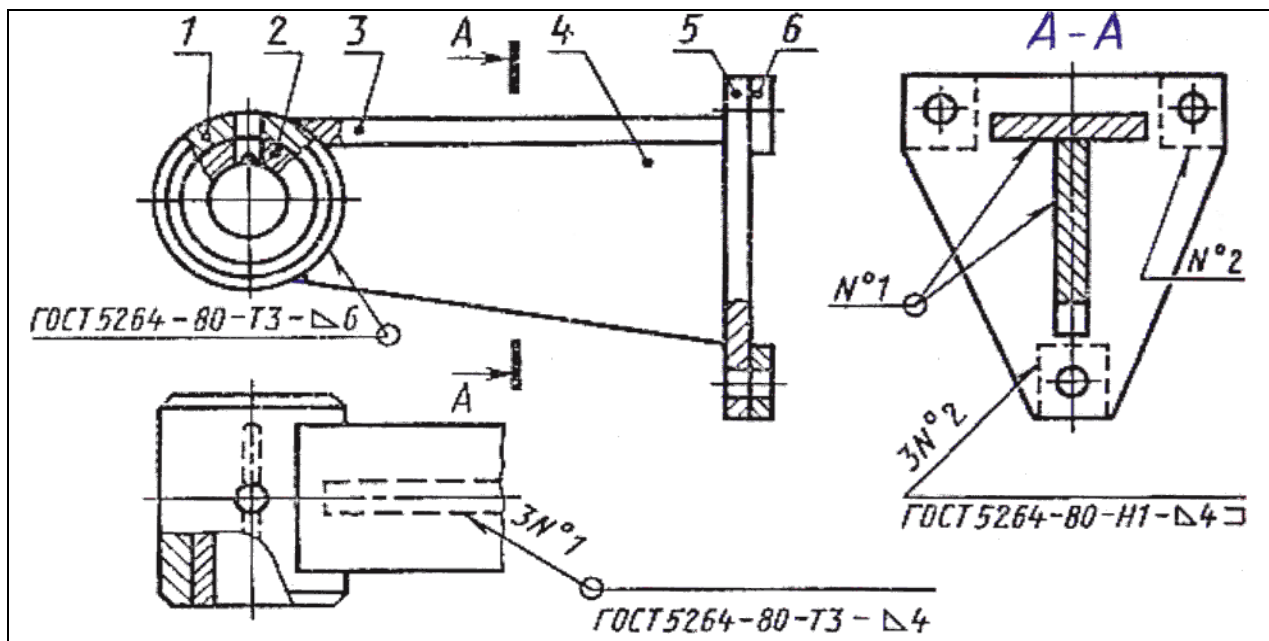


Рис. 2.9

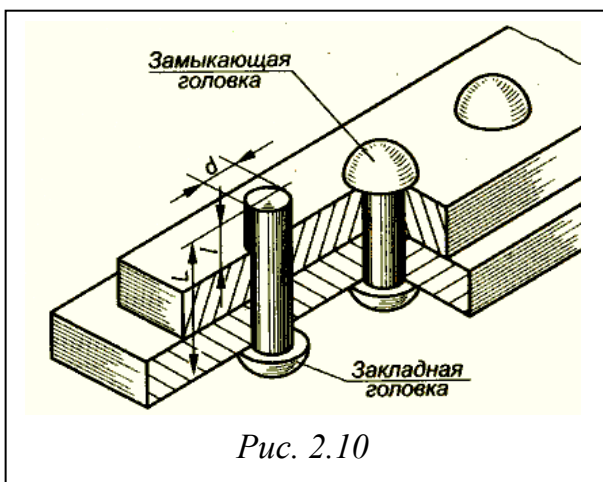


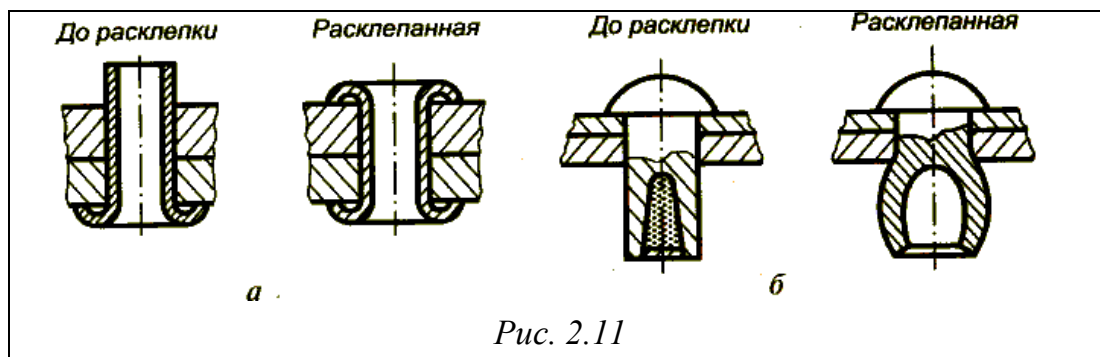
Рис. 2.10

2.2. Заклепочные соединения.

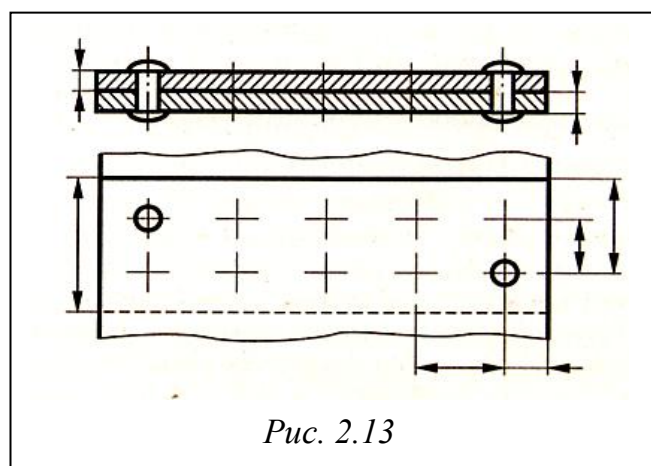
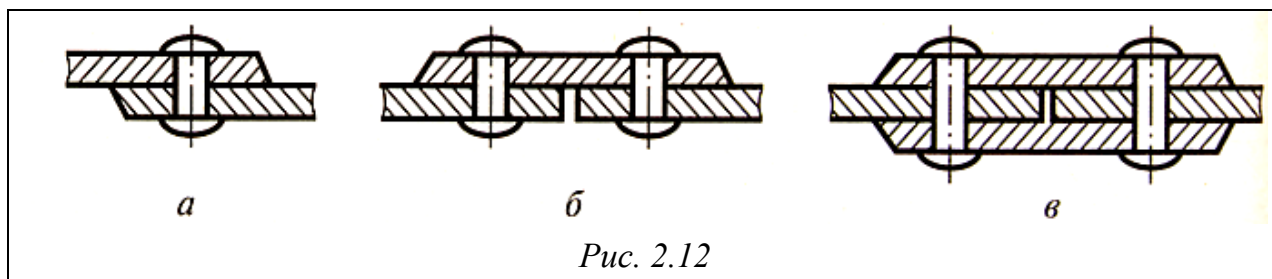
Заклепочные соединения применяют в конструкциях, работающих под действием значительных ударных и вибрационных нагрузок, в случаях, когда недопустима сварка из-за опасности отпуска термообработанных деталей, и при использовании несвариваемых материалов.

Закленка представляет собой стержень цилиндрической формы с закладной головкой на одном конце. Закрывающая головка на другом конце образуется в процессе клепки. Конструк-

ции заклепок зависят от их назначения. В соединяемых деталях делают отверстия, диаметры которых несколько больше диаметра заклепки. Затем в эти отверстия вставляют заклепки, и их свободные концы расклепывают (вручную, пневмомолотком, на прессе и т.п.) до образования замыкающих головок. При этом стержень каждой заклепки осаживается, заполняя отверстие в соединяемых деталях и обеспечивая плотность соединения – рис. 2.11.



На рис.2.12, а показан нахлесточный шов – одна деталь накладывается на другую; На рис.2.12, б и в стыковые швы – склепываемые детали примыкают одна к другой через одну или две накладки.

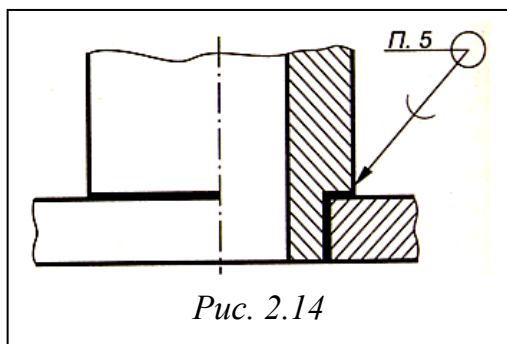


В изображениях сварных швов предусматриваются упрощения: заклепки изображают в одном-двух местах, остальные показывают условно – центровыми или осевыми линиями (рис.2.13).

2.3. Соединения пайкой, склеиванием, сшиванием

Припой — это металл или сплав, вводимый в зазор между деталями и имеющий более низкую температуру плавления, чем соединяемые материалы.

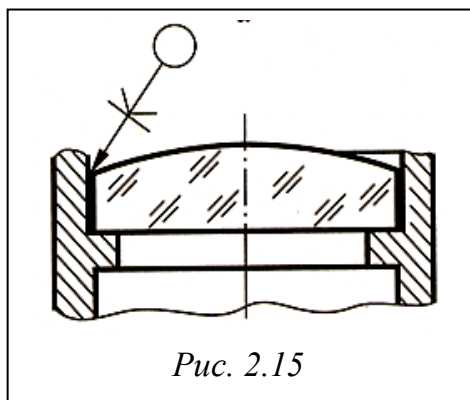
По типу паяного шва различают соединения *встык*, *внахлестку*, *с косым срезом*, *встык с накладкой* и *герметичные*. Прочность и качество паяного шва зависят от площади соприкосновения соединяемых деталей, зазора между ними (рекомендуемый 0,05...0,15 мм) и правильности выбора припоя.



Изображения и обозначения мест пайки показаны на рис. 2.14. На чертежах швы соединений, получаемых пайкой (рис. 2.14) и склеиванием (рис. 2.15), условно изображают сплошной линией толщиной $2S_{\text{осн}}$.

Припои в зависимости от температуры плавления делятся на *легкоплавкие* (до 400°C) и *тугоплавкие* (выше 400°C). Пайку легкоплавкими припоями применяют в случаях, когда нельзя нагревать основной материал до высокой температуры или при пониженных требованиях к прочности соединения. Наибольшее распространение получили оловянно-свинцовистые припои ПОС-90 (температура плавления 183...223°C), ПОС-40 (183...235°C) и ПОС-30 (183...256°C). Для выполнения пайки легкоплавкими припоями обычно используют паяльники.

Пайку тугоплавкими припоями применяют для получения соединений, прочных при высоких температурах, а также вязких, стойких к усталости и коррозии. Наибольшее распространение получили медно-цинковые припои ПМЦ-36, ПМЦ-48, ПМЦ-54 (температура плавления 800...900°C), серебряные припои ПСр-70, ПСр-45, ПСр-25 (600...900°C), а также чистая медь марок М1 и М2 (1083°C) и латуни Л62 (805°C) и Л68 (835°C). Детали, спаянные тугоплавкими припоями, можно подвергать любому виду термообработки (нормализации, закалке и т.п.). Для выполнения пайки тугоплавкими припоями используют паяльные лампы, газовые горелки, горны и электрические печи.



Перед пайкой поверхности деталей должны быть очищены от грязи, жира и окисных пленок с помощью различных флюсов: хлористого цинка, нашатырного спирта, буры, борной кислоты, и др.

Склеиванием называют соединение деталей тонким слоем быст-розатвердевающего состава — клея (рис. 2.15).

Такие соединения применяют в случаях, когда нежелательно или невозможно механическое крепление деталей. В машино- и приборостроении в основном применяются клеи на основе органических полимерных смол: фенольные, полиуретановые, эпоксидные и полиэфирные.

В радио- и электротехнике и приборостроении применяют следующие виды клеев: резиновый — для склеивания резины, кожи и ткани; № 88 — для склеивания металлов с неметаллическими материалами; БФ-2 и БФ-4 — для склеивания пластмасс с древесиной, металлом и кожей; бакелитовый — для склеивания тонкостенных деталей, бумаги, ткани и древесины; эпоксидный — для склеивания и герметизации соединений из стали, алюминия и их сплавов, керамики, стекла и других материалов; казеиновый — для склеивания деталей из древесины.

Сшиванием называется процесс соединения деталей нитью.

Изображение и обозначение соединений пайкой, склеиванием и сшиванием на чертеже определяет ГОСТ 2.313—82. Сшитые швы показывают тонкой сплошной линией и сопровождают обозначением (рис. 2.16). В табл. 2.4 приведены условные обозначения швов, выполненных пайкой, склеиванием и сшиванием. Их наносят на наклонном участке линии-выноски, которая начинается двусторонней стрелкой

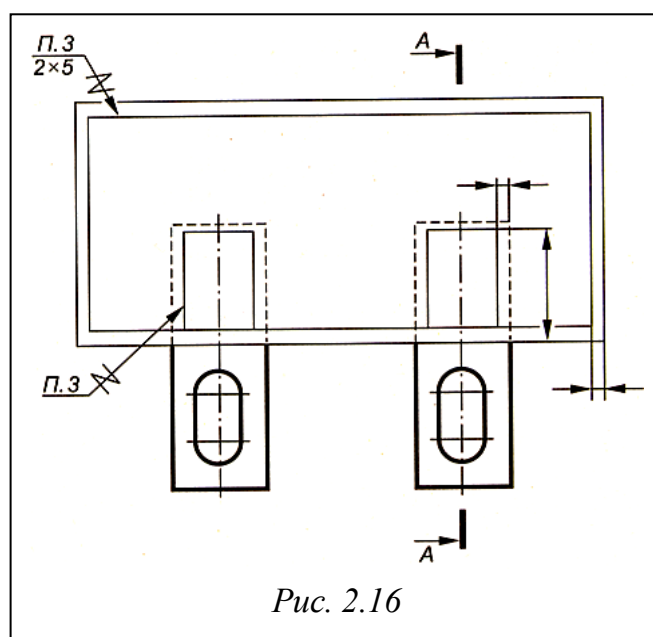
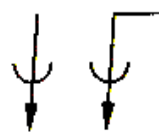
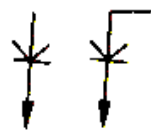
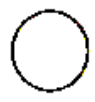
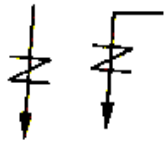


Рис. 2.16

и заканчивается окружностью диаметром 3...5 мм, если паяный и клееный швы выполнены по периметру.

Технологические и другие требования к качеству паяных и клееных швов приводят в технических требованиях, а на полке линии-выноски указывают номер пункта этих требований, например П.3 (рис. 2.16). При обозначении сшивных соединений на полке линии-выноски также указывают номер пункта технических требований, в котором приводится обозначение материала, применяемого для сшивания (марка нитки), и при необходимости дополнительные сведения, характеризующие шов (число ниток, размер стежка и т.д.).

Таблица 2.4 – Условные обозначения швов, выполненных пайкой, склеиванием, сшиванием

Вид соединения	Условное обозначение шва	Обозначение на чертеже
Пайка		
Склеивание		
Пайка или склеивание по периметру		
Сшивание		

Если шов состоит из нескольких рядов, то на чертеже его изображают как однорядный, а под полкой линии-выноски указывают число рядов в шве и расстояние между ними, например: 2x5, где 2 – число рядов, 5 – расстояние между рядами 5 мм (рис. 2.16).

Задача 2.2. Вычертить на листе формата А4 примеры неразъемных соединений (рис. 2.17). В основной надписи указать тему:

Неразъемные соединения

Сварка

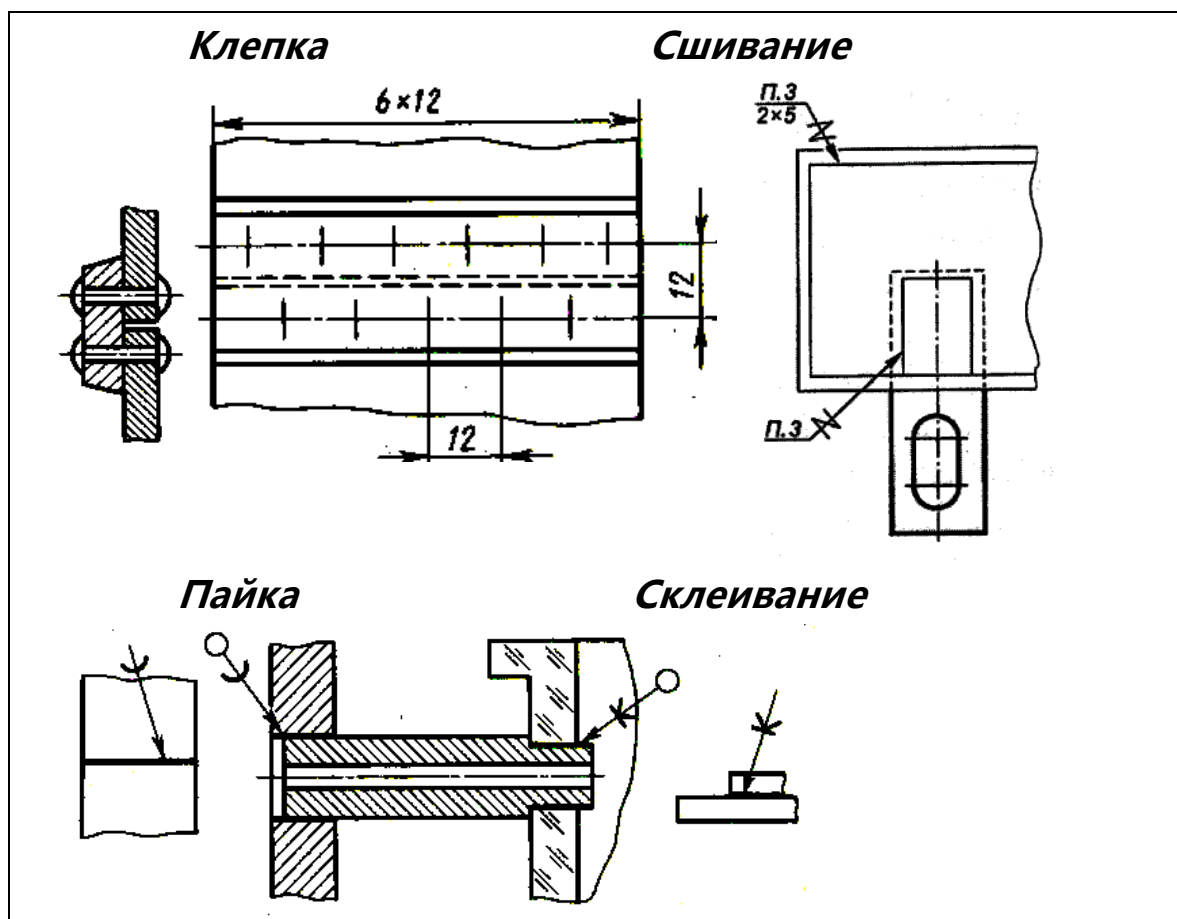
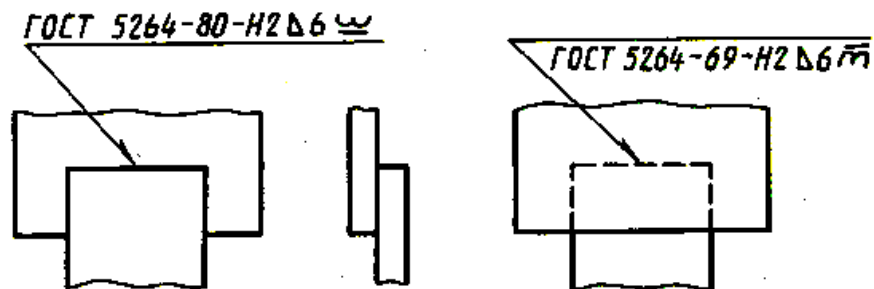


Рис. 2.17

3. Зубчатые передачи

3.1. Общие положения. Движение от одного элемента механизма к другому передается с помощью различных деталей, совокупность которых называется *передачей*. По принципу действия различают передачи трением (фрикционные, ременные) и зацеплением (зубчатые, червячные, цепные, с применением храпового механизма). Зубчатая передача состоит из двух колес, работающих в зацеплении.

Зубчатые передачи обладают высоким коэффициентом полезного действия (до 0,95%), надежны, но требуют высокой точности изготовления.

Колесо с меньшим числом зубьев называют *шестерней*, а с большим — *колесом*. При одинаковом числе зубьев шестерней называют ведущее зубчатое колесо, а колесом — ведомое.

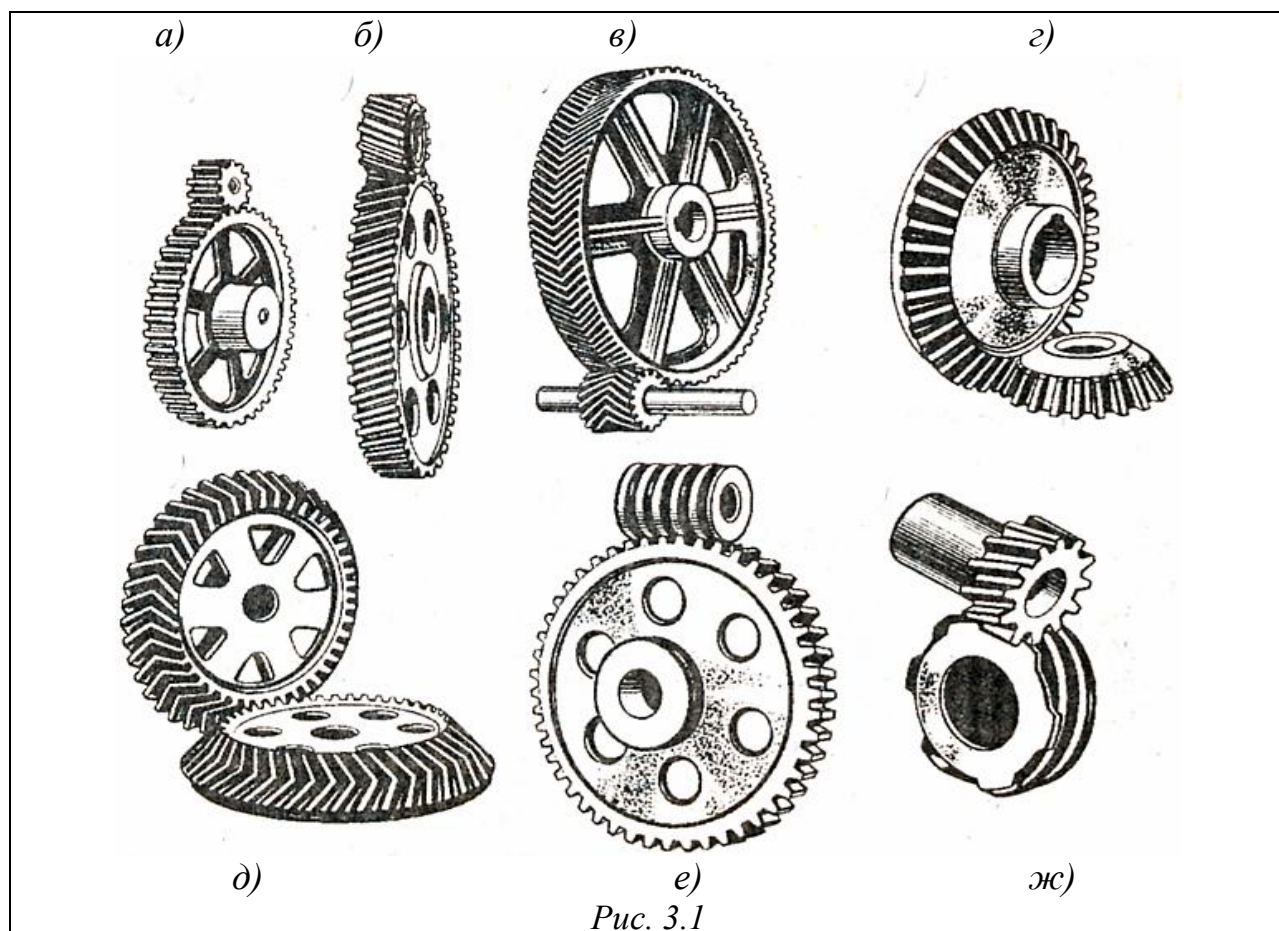


Рис. 3.1

Между параллельными валами применяют цилиндрические зубчатые колеса с внешним или внутренним зацеплением, *прямозубые* (а), *косозубые* (б), *шевронные* (в); между валами, **оси** которых пересекаются (под острым, прямым или тупым углом), применяют *конические зубчатые колеса* (г, д); между перекрещивающимися валами применяют *червячные* (е) и *винтовые* (ж) передачи.

Частные виды зубчатых передач — *реечные* (рис. 3.2, а), *цепные* (рис. 3.2, б) и *храповые механизмы* (рис. 3.2, в).

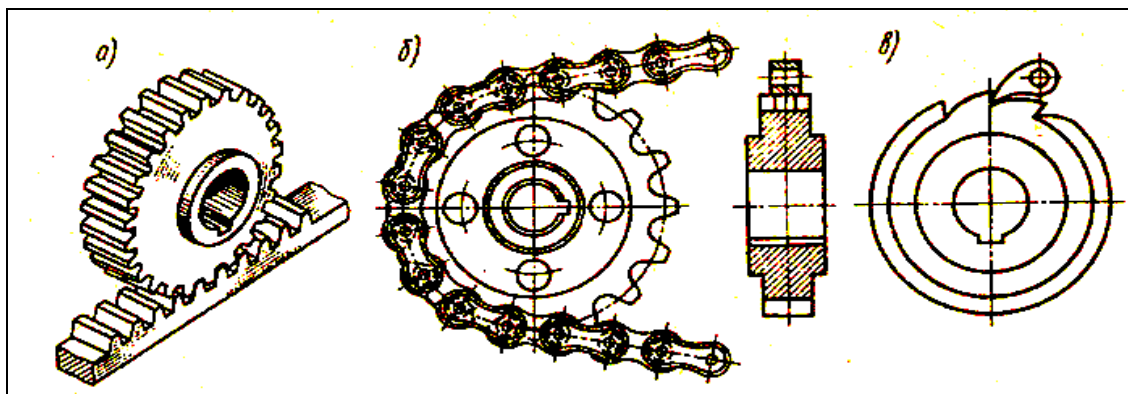


Рис. 3.2

3.2. Цилиндрические зубчатые передачи. Цилиндрическая зубчатая передача применяется для передачи вращения от одного вала к другому, когда их оси параллельны [2]. Рассмотрим термины, определения и обозначения, характеризующие зубчатые передачи (ГОСТ 16530—83, 16532—70).

Основными рабочими элементами зубчатых колес (рис. 3.3) являются зубья — выступы на колесе, передающие движение посредством взаимодействия с соответствующими выступами другого колеса. *Окружной делительный шаг P_1* — это расстояние между одноименными профилями соседних зубьев по дуге делительной окружности. Основным параметром зубчатого колеса является *модуль m* — линейная величина в π раз меньше делительного шага, т.е.

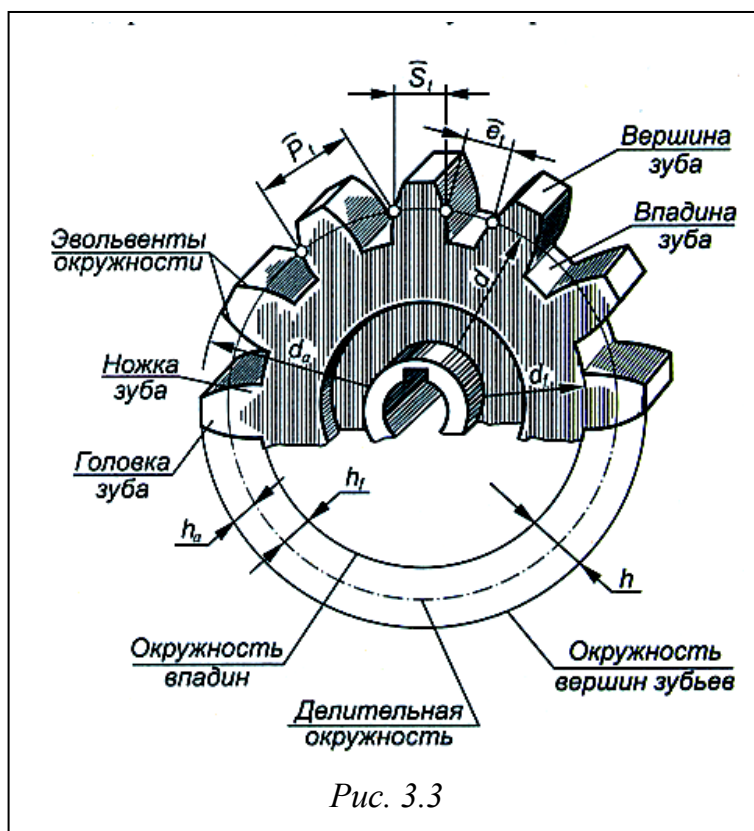


Рис. 3.3

$$m = P_1/\pi$$

Стандартные значения модуля приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 - Модули зубчатых передач, мм (ГОСТ 9563-60)

1-й	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
-----	---	------	-----	---	-----	---	---	---	---	---	----	----	----

ряд													
2-й ряд	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18

Делительная поверхность (делительная окружность с диаметром d) – цилиндрическая поверхность зубчатого колеса, являющаяся базовой при определении элементов зубьев и их размеров:

$$d = P_1 z / \pi \quad \text{или} \quad d = m z .$$

Делительная поверхность отделяет головку от ножки зуба.

Головка зуба высотой h_a — это часть зуба, заключенная между делительной поверхностью и поверхностью его вершин, $h_a = m$.

Ножка зуба высотой h_f — это часть зуба, заключенная между делительной поверхностью и поверхностью впадин, $h_f = 1,25 m$.

Высота зуба h — это радиальное расстояние между поверхностями вершин и впадин,

$$h = (d_a - d_f) / 2, \quad \text{или} \quad h = h_a + h_f = m + 1,25m = 2,25m.$$

Поверхность вершин (окружность вершин диаметром d_a) — цилиндрическая поверхность, ограничивающая зубья со стороны, противоположной телу зубчатого колеса,

$$d_a = d + 2m, \quad \text{или} \quad d_a = mz + 2m = m(z + 2).$$

Поверхность впадин (окружность впадин с диаметром d_f) — это цилиндрическая поверхность, отделяющая зубья от тела зубчатого колеса,

$$d_f = d_a - 2h, \quad \text{или} \quad d_f = d - 2h_f = mz - 2,5m = m(z - 2,5).$$

Окружная толщина зуба S_t — это расстояние между профилями зуба по дуге делительной окружности,

$$S_t = P_t / 2 = 0,5 \pi m.$$

Окружная ширина впадины e_t — это расстояние между соседними профилями зубьев по дуге делительной окружности,

$$e_t = S_t.$$

Изображение цилиндрических зубчатых колес. Правила условного изображения зубчатых колес определяет ГОСТ 2.402-68:

1. Окружности и образующие поверхностей вершин зубьев изображаются основными линиями (рис. 3.3 и 3.4).

2. Окружности и образующие поверхностей впадин зубьев в разрезах и сечениях выполняются основными линиями; на видах их допускается показывать сплошными тонкими линиями (рис. 3.4).

3. Делительные окружности и образующие делительных поверхностей изображаются штрихпунктирными тонкими линиями (рис. 3.3 и 4.3).

4. На главном изображении зубчатые колеса выполняются почти всегда в разрезе. Если секущая плоскость проходит через ось зубчатого колеса, то зубья показывают нерассеченными независимо от угла их наклона.

5. Если необходимо показать направление зубьев, то вблизи оси колеса наносят три сплошные тонкие линии с соответствующим наклоном.

Правила выполнения рабочих чертежей *цилиндрических* зубчатых колес устанавливает ГОСТ 2.403—75.

В соответствии с ними в правом верхнем углу чертежа приводится таблица параметров зубчатого венца, состоящая из трех частей (граф), разделяемых основными линиями (рис. 3.4): первая часть содержит основные данные (для изготовления), вторая — данные для контроля, а третья — справочные данные.

Основные данные включают в себя:

1. Модуль (ГОСТ 9563—60). Для венца с прямыми зубьями — модуль m , а для венца с косыми зубьями — нормальный модуль m_n или торцевой модуль m_s .

2. Число зубьев z .

3. Угол наклона зуба β_d для косых и шевронных зубьев.

4. Направление линии зуба (правое или левое для косых зубьев и шевронное для шевронных).

5. Исходный контур (стандартизованный — определяется ссылкой на соответствующий стандарт; нестандартизованный — углом профиля α_d , коэффициентом высоты головки f_o , коэффициентом радиального зазора c_o и радиусом закругления r_i).

6. Коэффициент смещения исходного контура ξ в долях нормального модуля с соответствующим знаком.

7. Степень точности и вид сопряжения (ГОСТ 1643—81). Стандарт устанавливает 12 степеней точности (1... 12), шесть видов сопряжений колес и передач (A, B, C, D, E, H) и восемь видов допусков на боковой зазор (h, d, c; b, a, z, y, x). Для каждой степени точности установлены три нормы: по кинематической точности, плавности работы, контакту зубьев колес и передач. Например, запись 8 — 7 — 6—Ba ГОСТ 1643—81 означает, что это передача со степенью 8 по нормам кинематической точности, со степенью 7 по нормам плавности работы, со степенью 6 по нормам контакта зубьев, с видом сопряжений колес B и видом допуска на боковой зазор a.

Во второй части таблицы параметров приводят:

8. Данные для контроля толщины зуба соответствующим методом: по длине общей нормали L , размеру M измерительных роликов, толщине зуба по хорде S_x , а также нормы точности по соответствующему стандарту и т.д.

В третьей части таблицы параметров приводят:

9. Диаметр делительной окружности d .

10. Прочие справочные данные, например шаг зацепления, ход зуба и размеры элементов зуба для контроля.

Ниже таблицы параметров приводятся технические требования.

Пример выполнения рабочего чертежа цилиндрического зубчатого колеса приведен на рис. 3.4.

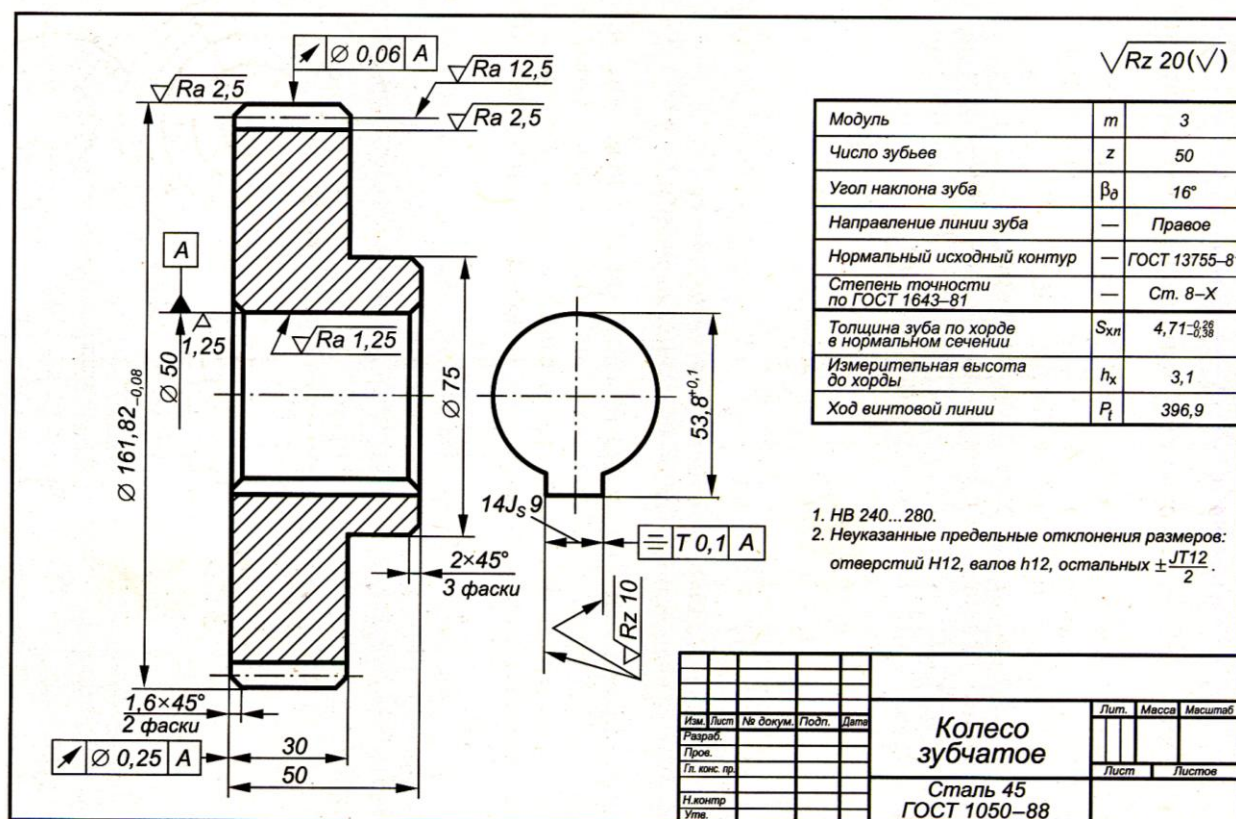


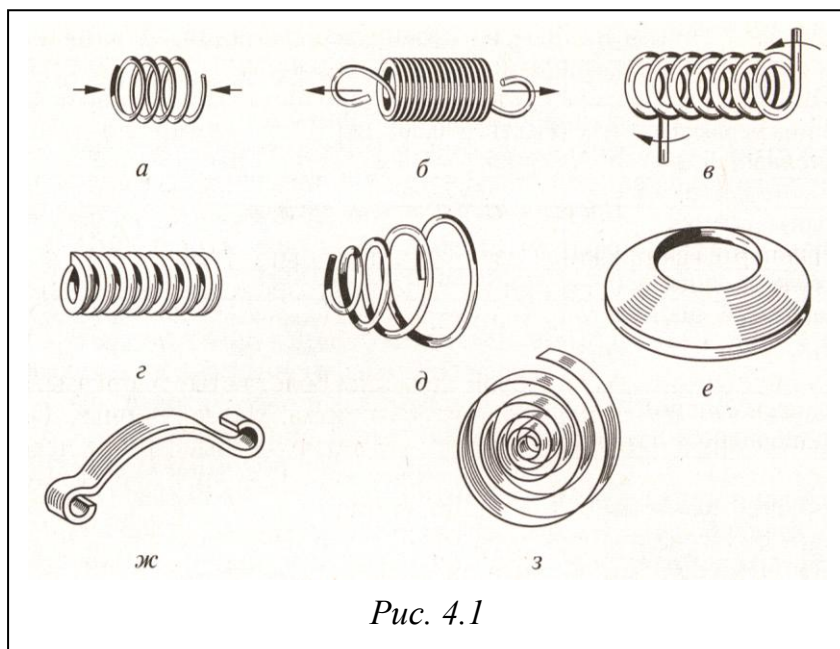
Рис. 3.4

Главное изображение колеса представлено полным фронтальным разрезом, а на виде слева изображено отверстие в ступице с пазом (шлицами). На чертеже указывают: диаметр окружности вершин d_a ; ширину зубчатого венца b , размер фасок $s \times 45^\circ$ и радиусы закруглений; шероховатость боковой поверхности зубьев и рабочий профиль зуба (при необходимости).

Задача 3.1. По эскизу зубчатого колеса выполнить его рабочий чертеж (рис. 3.4).

Порядок выполнения эскиза цилиндрического зубчатого колеса с натуры

1. Измерить диаметр окружности вершин d_a и подсчитать число зубьев z .
2. Определить значение модуля по формуле $m = d_a / (z + 2)$. Расчетное значение округлить (лучше в большую сторону) до ближайшего стандартного значения (табл. 3.1).
3. Рассчитать все параметры зубчатого колеса:
 - а) уточненный диаметр поверхности вершин зубьев $d_a = m(z + 2)$;
 - б) диаметр делительной окружности $d = mz$;



в) диаметр поверхности впадин зубьев $d_f = m(z - 2,5)$;

г) высота зуба $h = 2,25/m$;

д) высота головки зуба $h_a = m$;

е) высота ножки зуба $h_f = 1,25m$.

4. По полученным данным выполнить

эскиз зубчатого колеса.

4. Пружины

Пружины в машинах и механизмах выполняют роль упругих элементов — деталей, которые под воздействием нагрузки изменяют свою форму, а после ее снятия возвращаются в исходное состояние [2, 3].

По назначению пружины подразделяются: на *измерительные* — с упругим моментом, уравнивающим измеряемый параметр, преобразованный в момент сил (в динамометрах, манометрах, термометрах и др.);

силовые — использующиеся как аккумуляторы энергии для силового замыкания кинематической цепи, создания силового натяга и т.п.;

упругие — предназначенные для замены жесткой связи между деталями, а также для поглощения ударных нагрузок, смягчения толчков и т. п.

По форме пружины подразделяются на *винтовые цилиндрические* (рис. 4.1, а-г), *винтовые конические* (рис. 4.1, д), *тарельчатые* (рис. 4.1, е), *пластинчатые* (рис. 4.1, ж), *спиральные* (рис. 4.1, з).

По форме поперечного сечения витков пружины разделяют на *круглые* (см. рис. 4.1, а), *квадратные* (см. рис. 4.1, г) и *прямоугольные* (см. рис. 4.1, ж).

По виду деформации и условиям работы различают *пружины сжатия* (см. рис. 4.1, а), *растяжения* (см. рис. 4.1, б), *кручения* (см. рис. 4.1, в, з) и *изги-*

ба (см. рис. 4.1, ж). Также в зависимости от конструктивного назначения пружины могут быть с *правой и левой навивкой*.

Материалы, из которых изготавливают пружины, должны иметь хорошие упругие свойства, однородную по химическому составу структуру, быть восприимчивыми к термической обра-

ботке и стойкими к коррозии. Выбор материала для пружин проводится с учетом их вида и условий эксплуатации. В основном для их изготовления применяют проволоку I, II и III классов (ГОСТ 9389—75) из качественных углеродистых сталей марок 65, 60Г, 65Г, кремнистых сталей 60С2А, 60С2ВА, хромомарганцевых сталей 50ХГ, 50ХФА и др.

Правила изображения пружин. На чертежах пружины изображают условно (ГОСТ 2.401—68):

1) витки винтовых пружин на виде и в разрезе выполняют прямыми линиями, соединяющими соответствующие участки их контуров (рис. 4.2, а, б);

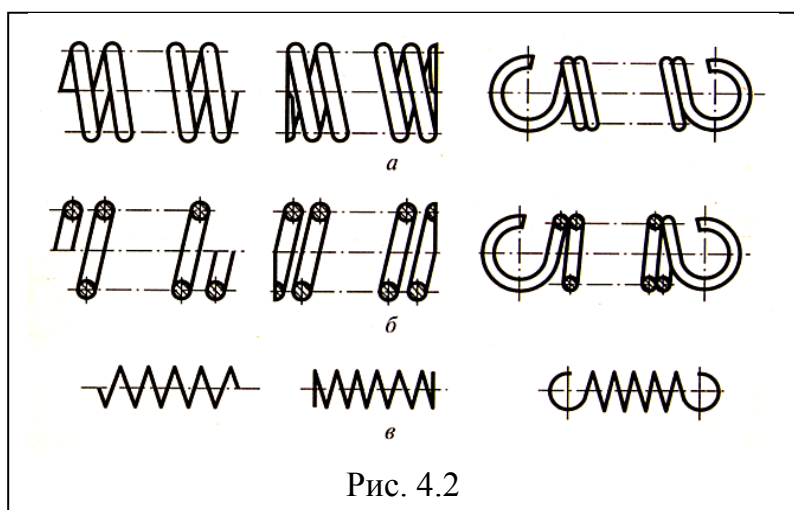
2) при числе витков винтовой пружины более четырех показывают с каждого ее конца по одному -два витка, кроме опорных. Остальные витки не изображают, а проводят осевые линии через центры их сечений по всей длине пружины. При этом допускается уменьшенное ее изображение по длине;

3) при толщине сечения материала 2 мм и менее пружину изображают схематично линиями толщиной 0,6...1,5 мм (рис. 4.2, в).

4) пружины всегда изображают в свободном состоянии;

5) изображают винтовые пружины на чертежах всегда горизонтально и только с правой навивкой. Действительное направление навивки указывают в технических требованиях;

6) на чертеже также помещают диаграмму испытаний пружины — график зависимости деформации от нагрузки. На диаграмме указывают длину пружины в свободном состоянии (H_0) и под действием предварительной нагрузки $P_1(H_1)$, наибольшей рабочей нагрузки $P_2(H_2)$, максимальной нагрузки $P_3(H_3)$. Если для характеристики пружины достаточно задать только один исходный и



один зависимый от него параметр, то диаграмму не строят, а эти значения указывают в технических требованиях;

7) основные технические требования включают в себя: модуль сдвига G , модуль упругости E , твердость HRC, максимальное напряжение при изгибе δ_3 , максимальное касательное напряжение при кручении τ_3 , длину развернутой пружины L , число рабочих витков n , число витков полное n_1 , направление навивки, диаметр контрольной гильзы D_1 или диаметр контрольного стержня D_c (параметры G , E , δ_3 , τ_3 указывают только для нестандартизованных и ненормализованных пружин);

8) сортамент материала пружины, полностью определяющий размеры и предельные отклонения ее поперечного сечения, указывают в графе «Материал» основной надписи чертежа.

Пример выполнения рабочего чертежа пружины сжатия приведен на рис. 4.3, пружины растяжения – на рис. 4.4

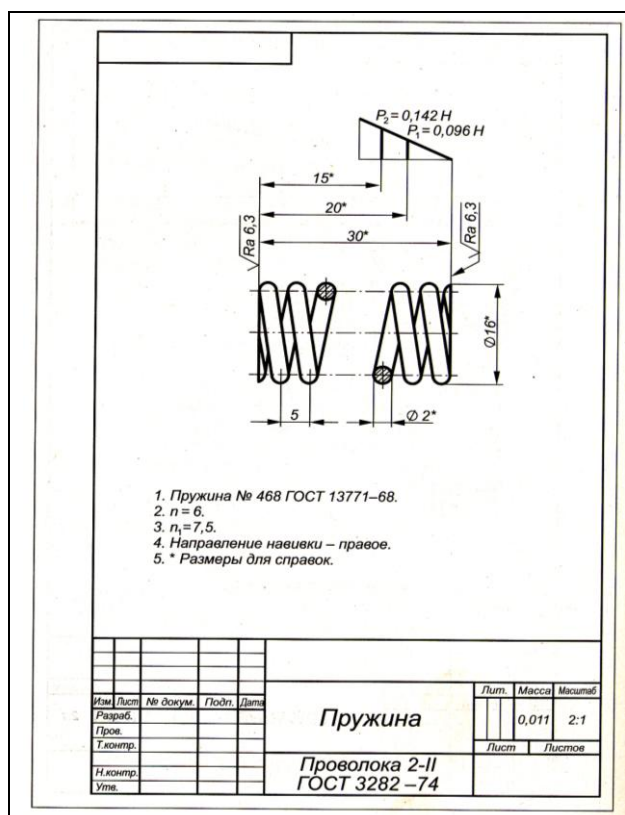


Рис. 4.3

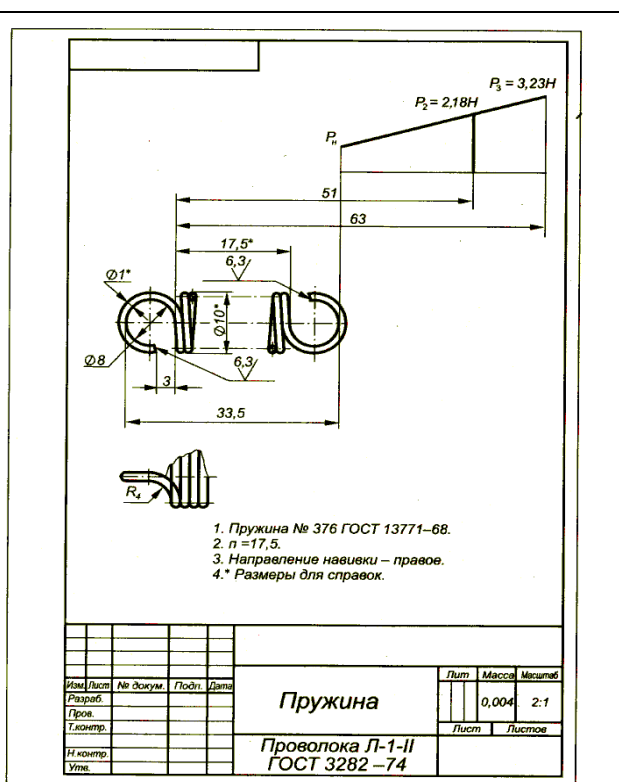


Рис. 4.4

Задача 4.1. Выполнить эскиз пружины, при этом определить ее форму, форму поперечного витка, предположительно условия работы. Выбрать материал пружины.

Библиографический список

1. Бабулин, Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: учебник / Н.А. Бабулин. – 12-е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. – 453 с.
2. Бродский, А.М. Инженерная графика (металлообработка): учебник для студ. сред. проф. образования/ А.М. Бродский, Э.М. Фазлулин, В.А. Халдинов. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2007. – 400 с.
3. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей : учебник для втузов / В. С. Левицкий . – 8-е изд., перераб. и доп. . – М. : Юрайт , 2011 . – 435 с.
4. Миронов, Б.Г. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере: учеб. пособие/ Б.Г. Миронов, Р.С. Миронова, Д.А. Пяткина, А.А. Пузиков – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2004.– 355 с.