

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»  
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

## УСЛОВНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ. СОЕДИНЕНИЯ ШПОНКАМИ И ШЛИЦАМИ. ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ. НЕРАЗЪЁМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» в качестве методических указаний для студентов Самарского университета, обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

Составители: *Л.М. Рыжкова,*  
*С.С. Комаровская*

САМАРА  
Издательство Самарского университета  
2018

УДК 744(075)  
ББК 30.11я7

Составители: *Л.М. Рыжкова, С.С. Комаровская*

Рецензент проф. Л. А. Ч е м п и н с к и й

**Условности машиностроительного черчения. Соединения шпонками и шлицами. Передачи зубчатые. Неразъёмные соединения:** метод. указания / сост.: *Л.М. Рыжкова, С.С. Комаровская*. – Самара: Издательство Самарского университета. 2018. – 42 с.

Изучение изображений и условных обозначений на чертежах шпоночных, шлицевых соединений и зубчатых передач предусмотрено программой курса машиностроительного черчения для студентов высших учебных заведений.

Приведены основные формулы, необходимые для расчетов при вычерчивании различных видов зубчатых передач, а также справочные материалы из ГОСТов, необходимые для выполнения индивидуальной графической работы. Разработаны на основе последних изменений ГОСТов 2.402-68, 2.403-68, 2.404-68, 2.405-68, 2.406-68, 2.409-68, 2.403-75 "Единой системы конструкторской документации" (ЕСКД).

Предназначены для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей.

УДК 744(075)  
ББК 30.11я7

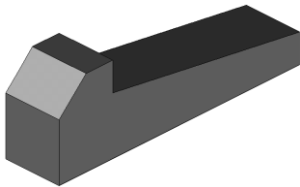
\* \* \*

В машиностроении существуют различные устройства, работа которых основана на преобразовании вращательного движения в поступательное или передачи вращательного движения. Поэтому рассмотрим некоторые виды разъемных соединений, позволяющих осуществить данные преобразования. К ним относятся соединения шпонками, соединения шлицевые и зубчатые передачи.

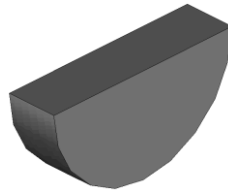
### Соединение шпоночное

Широкое применение получили шпонки - детали, предотвращающие прокручивание соединяемых вала и колеса и предназначенные для передачи крутящего момента с вала на колесо или с колеса на вал.

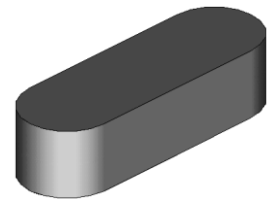
Шпонка представляет собой стержень (или сегмент диска), входящий одновременно в паз на валу и в паз отверстия на ступице закрепляемой детали (рис.1). Основные виды шпонок стандартизованы:



клиновые  
ГОСТ 24068-80

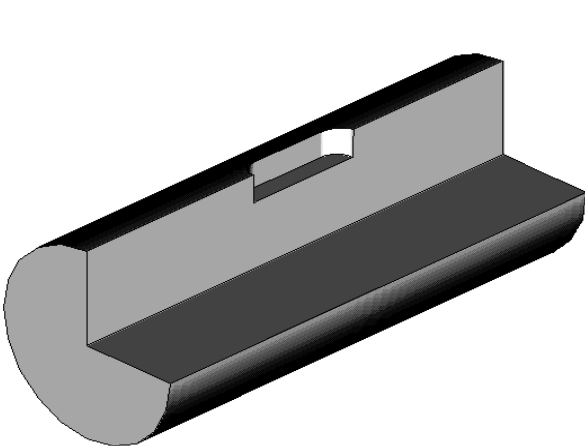


сегментные  
ГОСТ 24071-80



призматические  
ГОСТ 23360-78

Шпоночные соединения получили очень широкое распространение благодаря простоте и надежности конструкции, удобству сборки и разборки и дешевизне изготовления. Главный недостаток – ослабляется сечение вала из-за наличия шпоночного паза.



Наиболее часто применяют *шпонки призматические*, выпускаемые по ГОСТ 23360-78 (см. рис.1). Боковые грани у таких шпонок – рабочие, в пазу над шпонкой имеется зазор. Сечение шпонки зависит от диаметра вала, длина - от передаваемого крутящего момента и конструктивных особенностей соединения. Размеры шпоночного паза на валу и в отверстии и размеры шпонки выбирают по табл. 1.

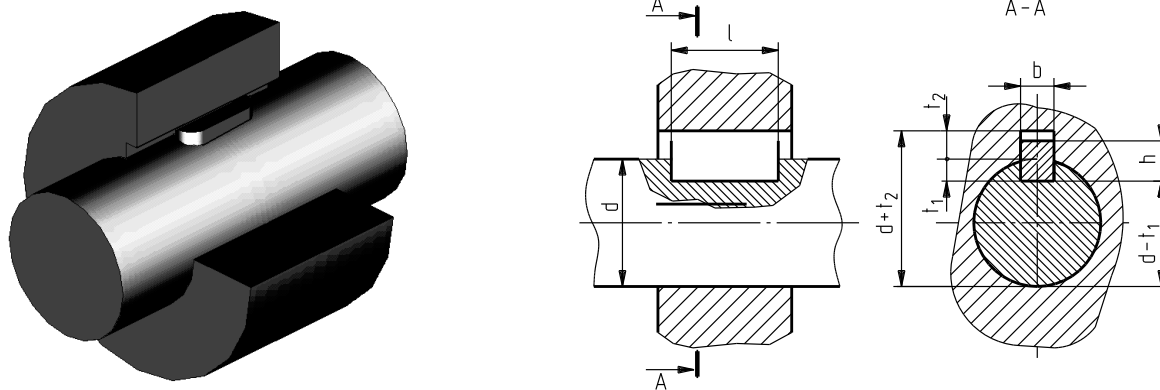


Рис. 1

Таблица 1

### Шпонки призматические (ГОСТ 23360-78)

Диаметр вала, $d$	Сечение шпонки $b \times h$	Глубина шпоночного паза		Длина шпонки $\ell$		
		вал $t_1$	втулка $t_2$	от	до	ряд длин
Св.10 до 12	4 × 4	2,5	1,8	8	45	6, 8, 10, 12,
12...17	5 × 5	3,0	2,3	10	56	14, 16, 18, 20,
17...22	6 × 6	3,5	2,8	14	70	22, 25, 28, 32,
22...30	8 × 7	4,0	3,3	18	90	36, 40, 45, 50,
30...38	10 × 8	5,0	3,3	22	110	56, 63, 70, 80,
38...44	12 × 8	5,0	3,3	28	140	90, 100, 110,
44...50	14 × 9	5,0	3,3	36	160	125, 140, 160,
50...58	16 × 10	6,0	4,3	45	180	180, 200, 220...
58...65	18 × 11	7,0	4,4	50	200	...
65...75	20 × 12	7,5	4,9	56	220	...500

Весьма просты в изготовлении шпонки сегментные (ГОСТ 24071-80), однако они глубоко врезаются в вал (рис.2), поэтому их применяют при передаче небольших крутящих моментов. Справочные данные приведены в табл. 2.

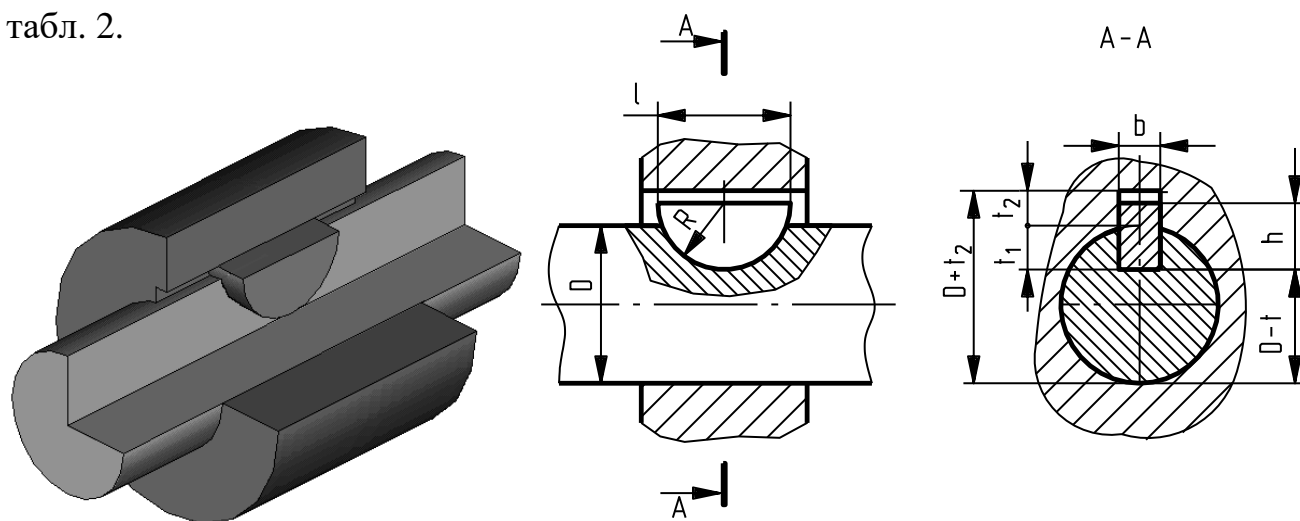


Рис. 2

Таблица 2

### Шпонки сегментные (ГОСТ 24071-80)

Диаметр вала		Размеры шпонки $b \times h \times d$	Глубина шпоночного паза	
Назначение шпонки			вал $t_1$	втулка $t_2$
передача крутящих моментов	фиксация элементов			
Св. 6 до 7	Св. 8 до 10	$2 \times 3,7 \times 10$	2,9	1,0
7...8	10...12	$2,5 \times 3,7 \times 10$	2,7	1,2
8...10	12...15	$3 \times 5 \times 13$	3,8	1,4
10...12	15...18	$3 \times 6,5 \times 16$	5,3	1,4
12...14	18...20	$4 \times 6,5 \times 16$	5,0	1,8
14...16	20...22	$4 \times 7,5 \times 19$	6,0	1,8
16...18	22...25	$5 \times 6,5 \times 16$	4,5	2,3
18...20	25...28	$5 \times 7,5 \times 19$	5,5	2,3
20...22	28...32	$5 \times 9 \times 22$	7,0	2,3
22...25	32...36	$6 \times 9 \times 22$	6,5	2,8

Графическая работа выполняется на формате А4. Пример выполнения графической работы «Соединение шпоночное» представлен на рис.3.

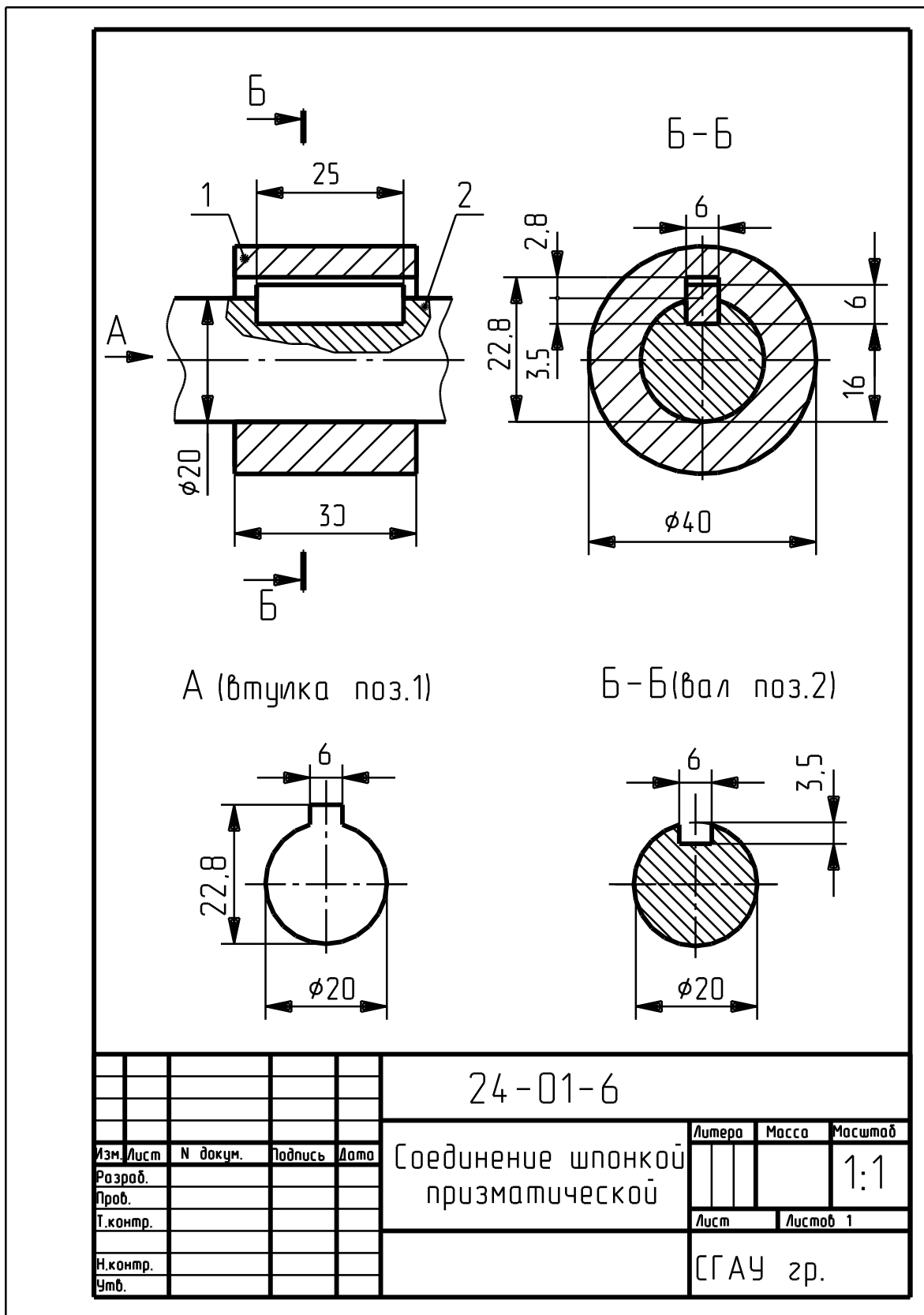


Рис. 3

## Соединения шлицевые

Шлицевое соединение состоит из шлицевого вала и шлицевой втулки с пазами. Иногда это соединение называют многошпоночным, так как в нем шпонки выполнены как одно целое с валом, что позволяет передавать большие крутящие моменты, не ослабляя сечение вала. Кроме этого шлицевое соединение хорошо обеспечивает взаимное центрирование втулки (колеса) и вала, дает возможность взаимного перемещения вдоль оси вала и втулки, повышает прочность при динамических и переменных нагрузках.

Наиболее часто применяют шлицевые соединения с прямоугольной, эвольвентной и треугольной формой зубьев. Стандартизированы соединения с прямобочным и эвольвентным профилем зубьев.

### Прямобочные шлицевые соединения ГОСТ 1139-80.

Основные параметры (рис. 4):

наружный диаметр  $D$ ,

внутренний диаметр  $d$ ,

ширина зуба  $b$ ,

число зубьев  $z$ .

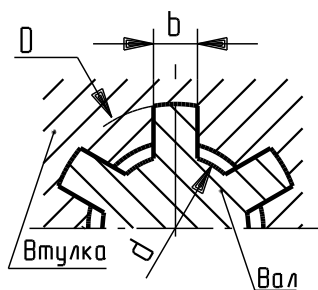


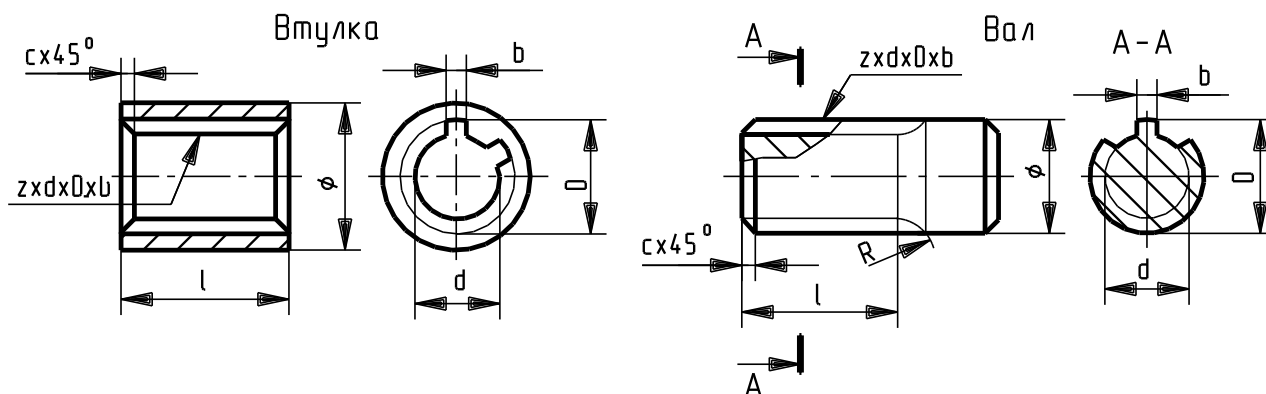
Рис. 4

Число зубьев обычно четное и равно  $z = 6, 8, 10, 16, 20$ .

Это облегчает изготовление шлицевых валов и втулок.

Размеры прямобочных шлицевых соединений приведены в таблице 3.

**Основные размеры зубчатых (шлицевых) соединений  
прямоугольного профиля (ГОСТ 1139–80)**



Соединение лёгкой серии		Соединение средней серии		Соединение тяжелой серии	
$z \times d \times D$	$b$	$z \times d \times D$	$b$	$z \times d \times D$	$b$
$6 \times 23 \times 26$	6	$6 \times 11 \times 14$	3	$10 \times 16 \times 20$	2,5
$6 \times 26 \times 30$	6	$6 \times 13 \times 16$	3,5	$10 \times 18 \times 23$	3
$6 \times 28 \times 32$	6	$6 \times 16 \times 20$	4	$10 \times 21 \times 26$	3
$8 \times 32 \times 36$	6	$6 \times 18 \times 22$	5	$10 \times 23 \times 29$	4
$8 \times 36 \times 40$	7	$6 \times 21 \times 25$	5	$10 \times 26 \times 32$	4
$8 \times 43 \times 46$	8	$6 \times 23 \times 28$	6	$10 \times 28 \times 35$	4
$8 \times 46 \times 50$	9	$6 \times 26 \times 32$	6	$10 \times 32 \times 40$	5
$8 \times 52 \times 58$	10	$6 \times 28 \times 34$	7	$10 \times 36 \times 45$	5
$8 \times 56 \times 62$	10	$8 \times 32 \times 38$	6	$10 \times 42 \times 52$	6
$8 \times 62 \times 68$	12	$8 \times 36 \times 42$	7	$10 \times 46 \times 56$	7
$10 \times 72 \times 78$	12	$8 \times 42 \times 48$	8	$16 \times 52 \times 60$	5
$10 \times 82 \times 88$	12	$8 \times 46 \times 54$	9	$16 \times 56 \times 65$	5
$10 \times 92 \times 98$	14	$8 \times 52 \times 60$	10	$16 \times 62 \times 75$	6
$10 \times 102 \times 108$	16	$8 \times 56 \times 65$	10	$16 \times 72 \times 82$	7
$10 \times 112 \times 120$	18	$8 \times 62 \times 72$	12	$20 \times 82 \times 92$	6



Согласно ГОСТ 2.409-74 шлицевые соединения на чертежах изображают упрощенно: шлицевое соединение *прямоугольного профиля* как показано на рис.5.

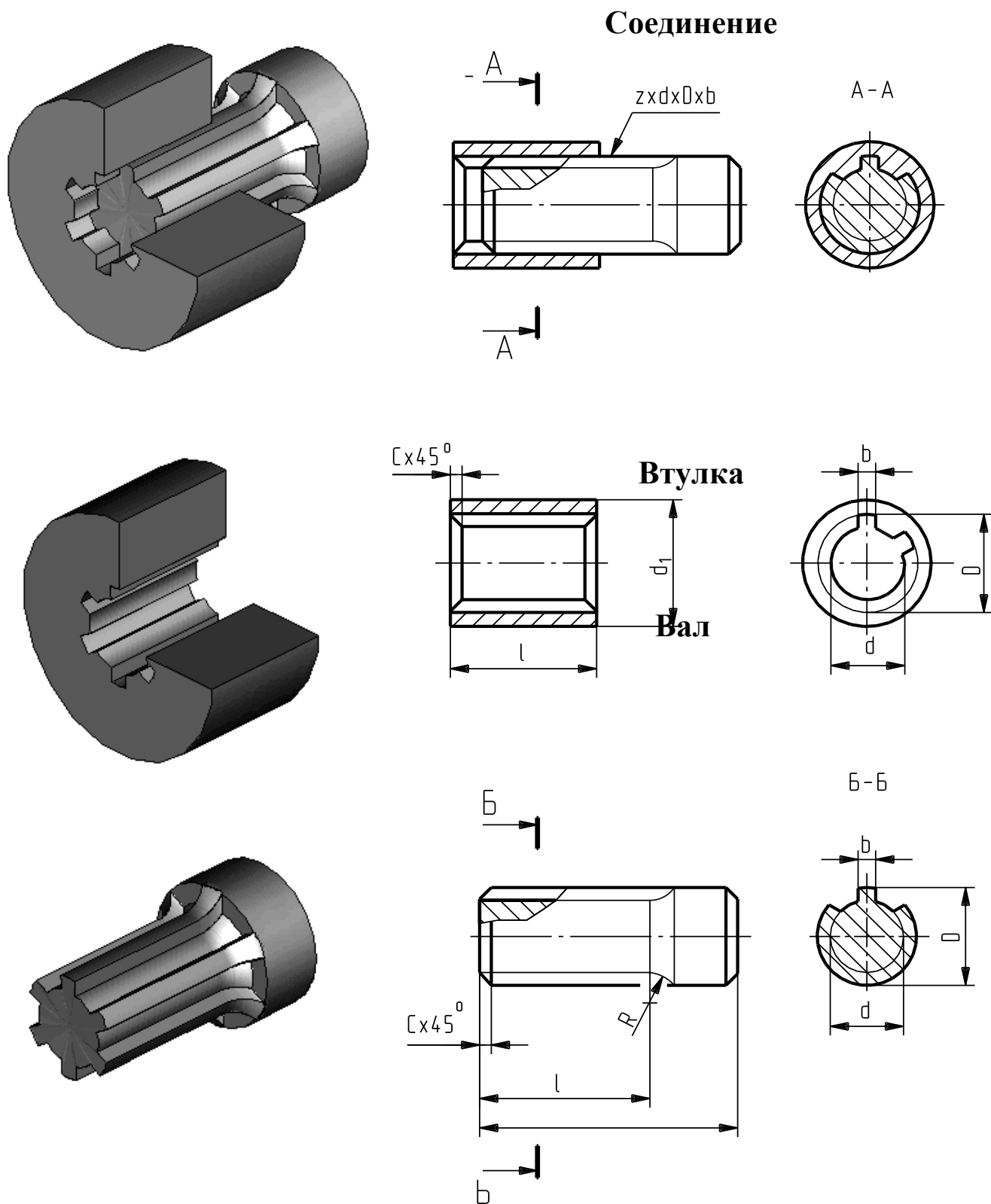


Рис. 5

## Эвольвентные шлицевые соединения ГОСТ 6033-80.

Обладают рядом преимуществ по сравнению с прямобочными: повышенная прочность зуба вследствие утолщения его к основанию (рис. 6); повышенная точность изготовления в результате применения в качестве режущих инструментов червячных фрез и возможности шлифования.

Характерной особенностью в изображении *эвольвентных* шлицевых соединений, втулок и валов является наличие делительной поверхности (прямая линия или окружность), которая вычерчивается тонкой *штрихпунктирной* линией.

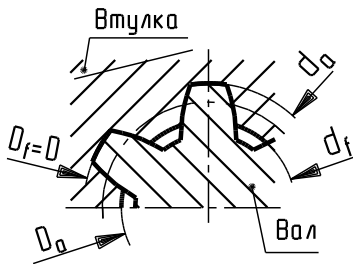


Рис. 6

Основные параметры:

номинальный диаметр  $D$ , модуль  $m$  и число зубьев  $z$ .

Модуль  $m = 0,5; (0,6); 0,8; (1,0); 1,25; (1,5); 2; (2,5); 3; (3,5); (4); 5; (6); 8; (10);$

Число зубьев  $z = 6$  и более.

Размеры эвольвентных шлицевых соединений приведены в таблице 4.

Таблица 4

### Соединения шлицевые эвольвентные (ГОСТ 6033–80)

Номинальный диаметр $D$		Модуль $m$												
		Ряд 1	0,5	–	0,8	–	1,25	–	2	–	3	–	–	5
		Ряд 2	–	0,6	–	1	–	1,5	–	2,5	–	3,5	4	–
Ряд 1	Ряд 2	Число зубьев $z$												
20	–	38	32	23	18	14								
–	22	42	35	26	20	16	12							
25	–	48	40	30	24	18	13	8						
–	28	54	45	34	26	21	15	9						
30	–	–	48	36	28	22	17	10						
–	32	–	52	38	30	24	18	12						
35	–	–	57	42	34	26	20	13						
–	38	–	62	46	36	29	22	14	6					
40	–	–	64	48	38	30	24	16	7	6				
–	42	–	68	51	40	32	25	18	8	7				
45	–	–	74	55	44	34	26	18	10	8				
–	48	–	78	58	46	37	28	20	10	8				
50	–	–	–	60	48	38	30	21	11	9	–	6		
–	52	–	–	64	50	40	32	22	12	10	–	7		
55	–	–	–	66	54	42	33	24	14	11	–	8		

При выполнении графической работы предварительно необходимо подобрать по таблицам ГОСТ основные параметры шлицевого соединения и рассчитать недостающие.

Размеры диаметров окружностей рассчитываются по формулам:

$$\text{делительной} \quad D = mz;$$

$$\text{для втулки} \quad D_f = D, \quad H_a = 0,45m, \quad H_f = 0,55m,$$

$$\text{для вала} \quad d_a = D, \quad h_a = 0,55m, \quad h_f = 0,55m.$$

Шлицевое соединение *эвольвентного* профиля показано на рис.7.

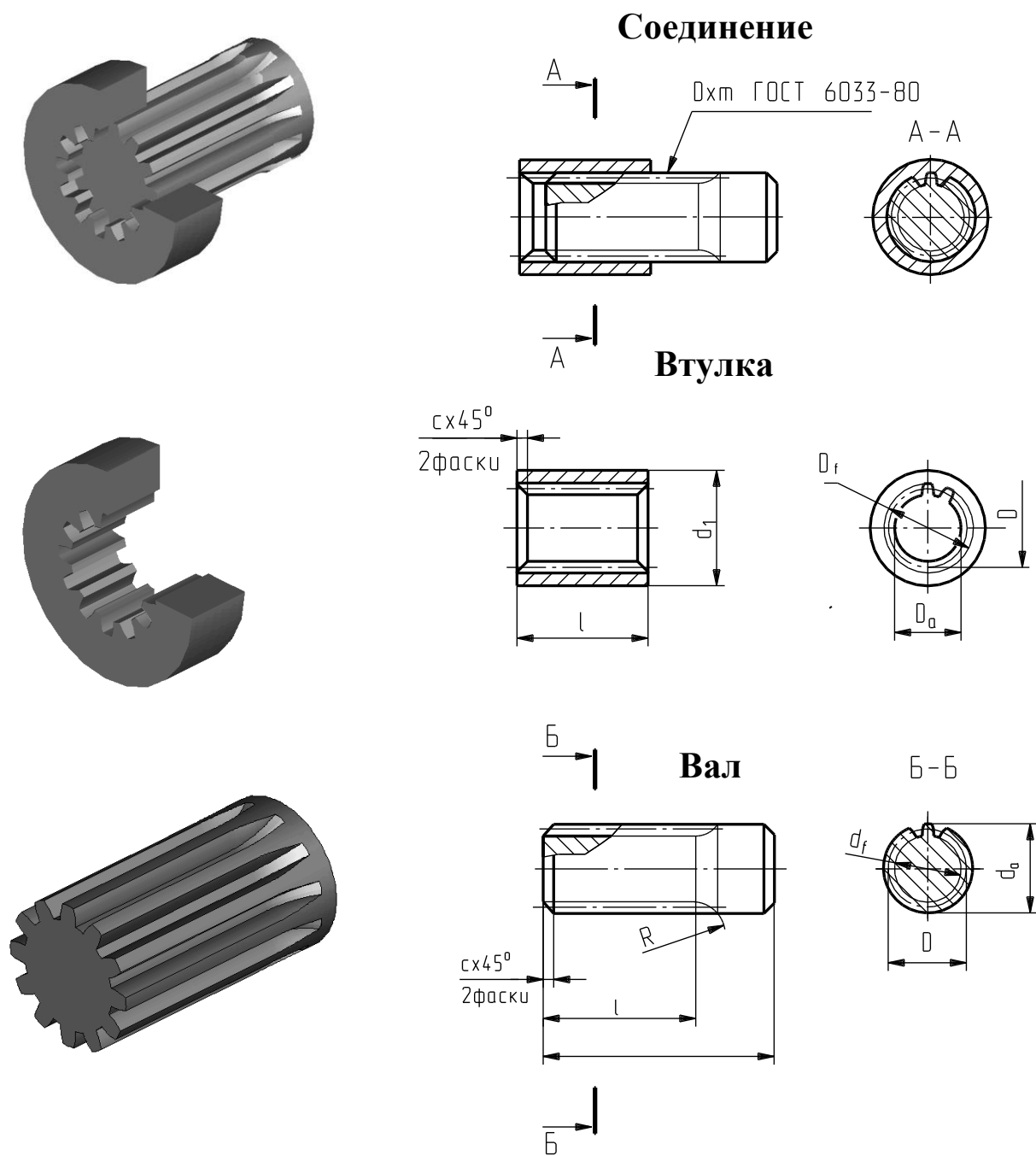
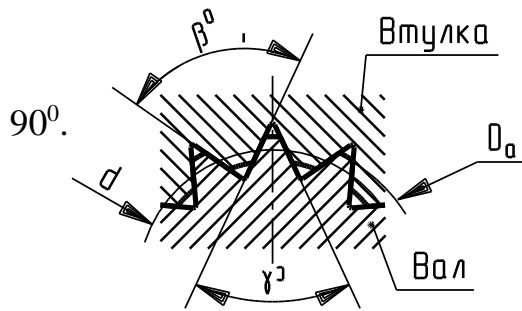


Рис. 7.

### Треугольные шлицевые соединения (рис. 8)

Применяют в неподвижных соединениях для передачи небольших крутящих моментов при наличии тонкостенных шлицевых втулок.



Основные параметры:  
число зубьев  $z$  от 20 до 70;  
угол впадин зубьев на валу  $\beta - 60^\circ, 72^\circ$ ,

Условное обозначение:  $Tr. D_a \times z$ , где  
 $D_a$  - номинальный диаметр  
 $z$  - число зубьев.

Рис. 8.

Нестандартизованные шлицевые соединения например, валы с торцевыми шлицами треугольного профиля и муфты с V-образным мелким (мышинным) зубом (рис.9), помещают изображение профиля зуба с двумя впадинами (шлицами) со всеми необходимыми сведениями.

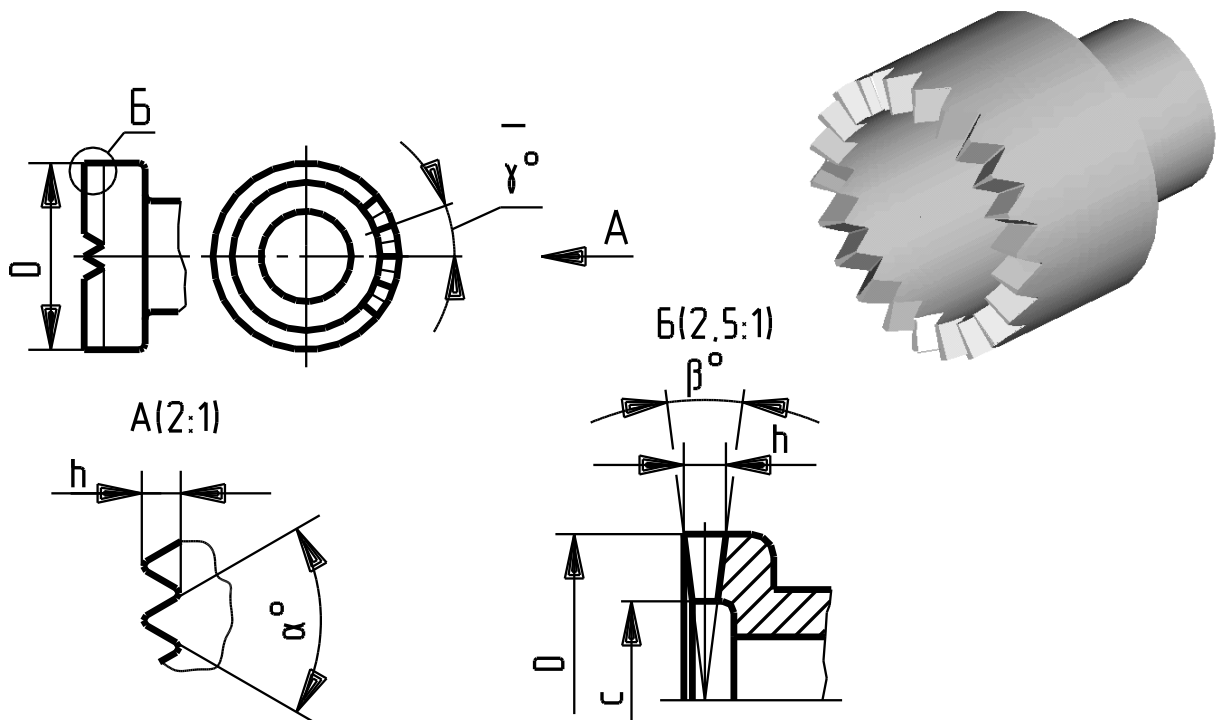
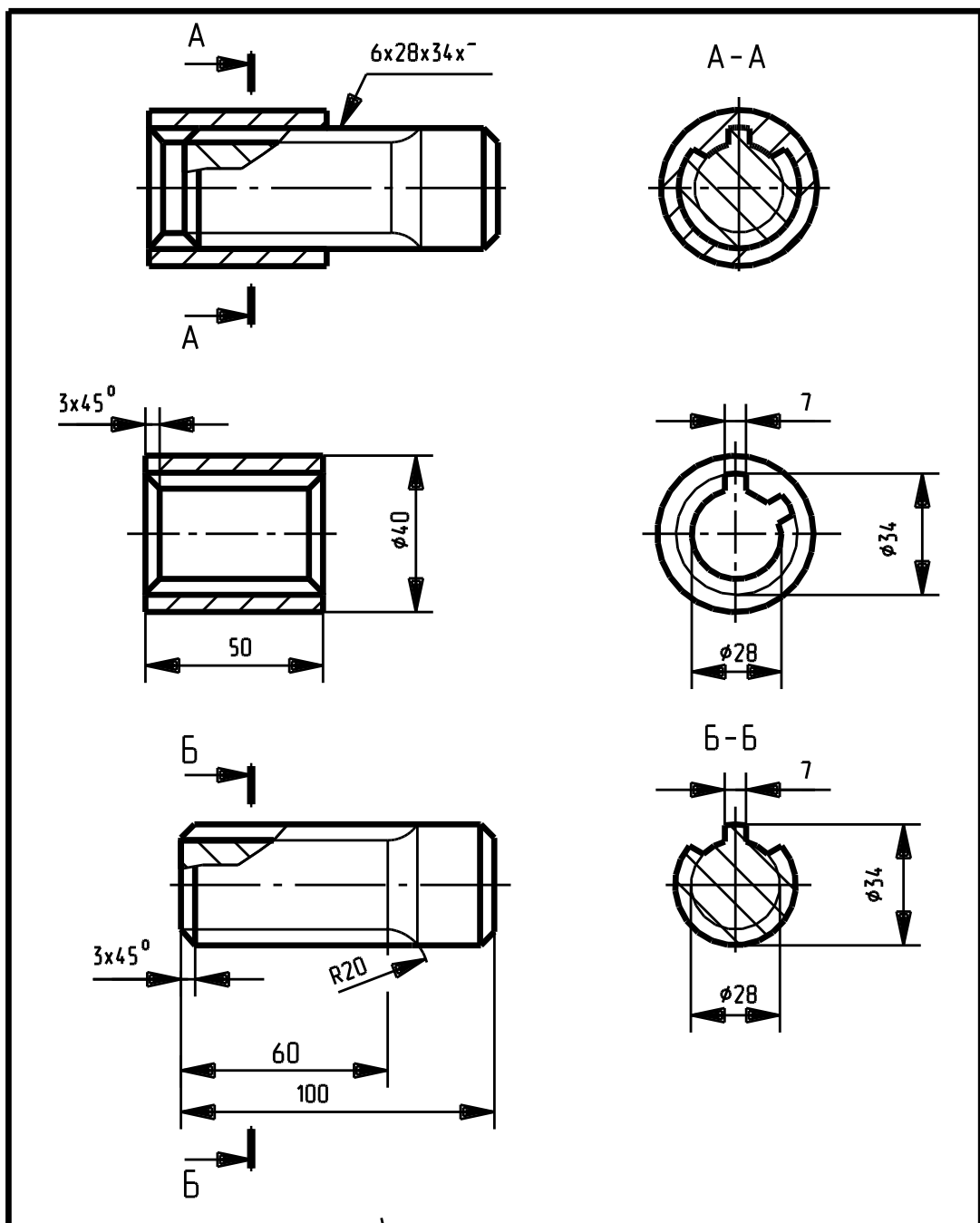


Рис. 9

Пример выполнения графической работы (шлицевое соединение **прямоугольного** профиля) представлен на рис.10.

Графическая работа выполняется на формате А4.



				22-02-7		
				Соединение шлицами прямоочными		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Литера	Масса
Разр.						1:1
Проб.					Лист	Листов 1
Т.контр.					СГАУ зр.	
Н.контр.						
Чтб.						

Рис. 10

## Зубчатые передачи

Передачами (подвижными соединениями) называют устройства, передающие усилия от двигателя к исполнительным механизмам. Передачи бывают электрические, гидравлические, пневматические и механические. Одним из видов механических передач являются зубчатые передачи.

Для передачи вращательного движения с одного вала на другой, оси которых параллельны, применяют *цилиндрические* зубчатые колеса; если оси валов пересекаются, применяют *конические* зубчатые колеса; при скрещивающихся – *червячные* передачи; для преобразования вращательного движения в поступательное и поступательного во вращательное – *реечная* передача.

Каждая зубчатая передача состоит из двух деталей. В цилиндрических и конических передачах – это *зубчатые колеса* определенного вида, в червячных – *червяк и червячное колесо*, а в реечных – *рейка и зубчатое колесо*.

Рабочая поверхность зуба колеса обычно выполняется по кривым – эвольвенте или циклоиде. В машиностроении в основном применяется эвольвентное зацепление.

Зубчатые передачи обладают высоким коэффициентом полезного действия, надежны, но требуют высокой точности изготовления.

*Цилиндрическая зубчатая передача* осуществляется парой эвольвентных зубчатых колес, имеющих следующие основные параметры (рис.11):

$d_a$	– диаметр окружности вершин зубьев;
$d_f$	– диаметр окружности впадин зубьев;
$d$	– диаметр делительной окружности;
$m$	– модуль;
$p$	– шаг;
$z$	– число зубьев.

Делительной окружностью называется окружность, по дуге которой толщина зуба равна ширине впадины. Шаг – расстояние между одноименными точками двух соседних зубьев, измеренное по дуге делительной окружности. Из этих определений следует, что шаг  $p = \pi d/z$ .

Диаметр делительной окружности равен

$$d = pz \pi,$$

где отношение  $p/\pi = m$  и называется модулем зубчатого зацепления.

Таким образом, диаметр делительной окружности можно определить по формуле

$$d = mz.$$

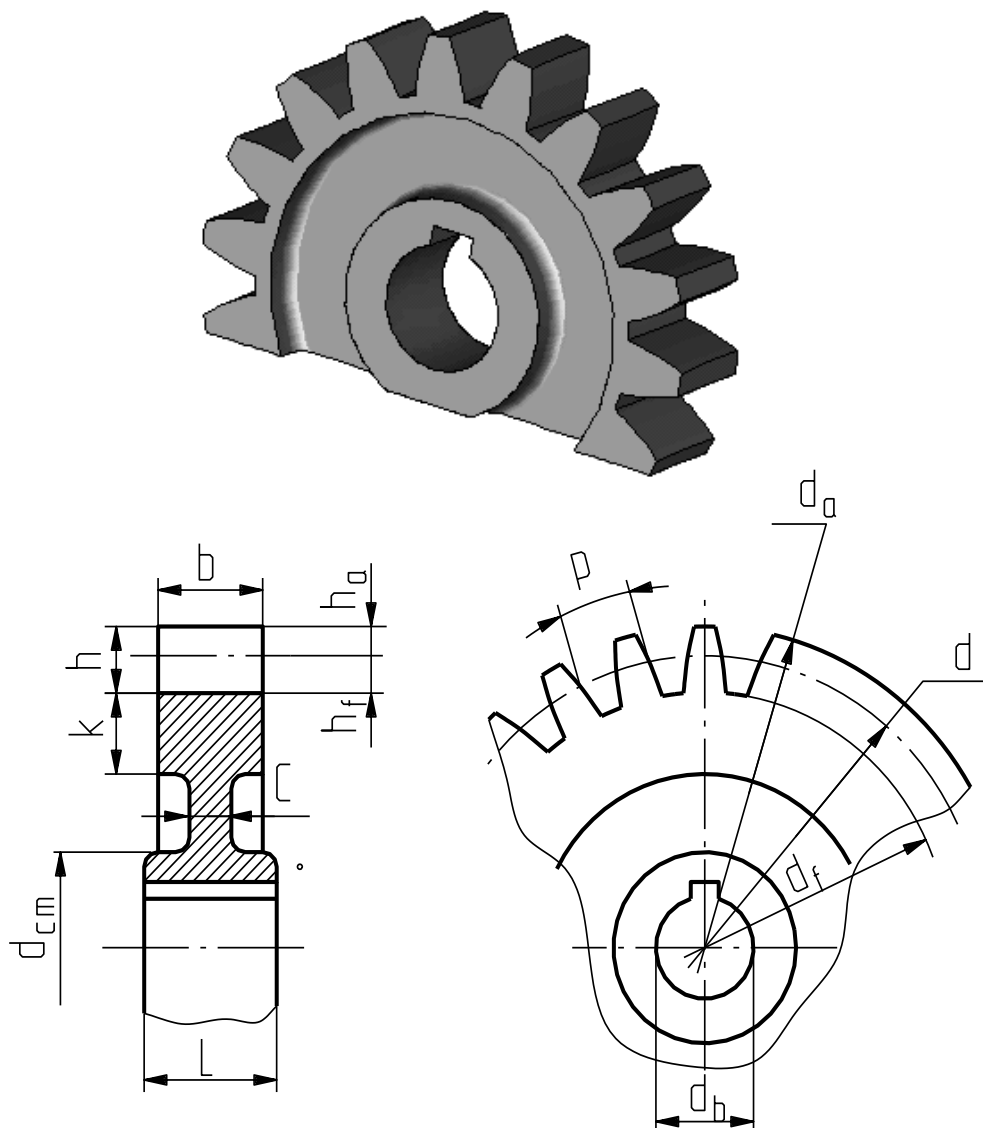


Рис. 11

**Модуль** – основной расчетный параметр зубчатой передачи. Модули всех видов зубчатых колес стандартизованы. Согласно ГОСТ 9663-60 установлены следующие значения модулей (размер указан в миллиметрах):

1-й ряд – 1      1,25      1,5      2      2,5      3      4      5

2-й ряд – 1,125      1,375      1,75      2,25      2,75      3,5      4,5      5,5.

Для нормального эвольвентного зубчатого зацепления, т.е. изготовленного без смещения режущего инструмента, делительная окружность совпадает с начальной. Начальными называются окружности, по которым в процессе зацепления зубчатые колеса катятся без проскальзывания.

Делительная окружность делит высоту зуба колеса  $h=h_a+h_f$  на две части:  
 верхняя часть  $h_a$  - головка зуба,  
 нижняя часть  $h_f$  - ножка зуба.

Для цилиндрических зубчатых колес величины  $h_a$  и  $h_f$  зуба определяются исходным контуром, размеры которого регламентированы ГОСТ 13755-81 и равны:

$$h_a = m; \quad h_f = 1,25m.$$

Диаметр окружности выступов зубьев

$$d_a = m(z+2).$$

Диаметр окружности впадин зубьев

$$d_f = m(z-2,5).$$

На чертежах зубья колес изображаются согласно ГОСТу 2.403-75 условно, как показано на рис.12.

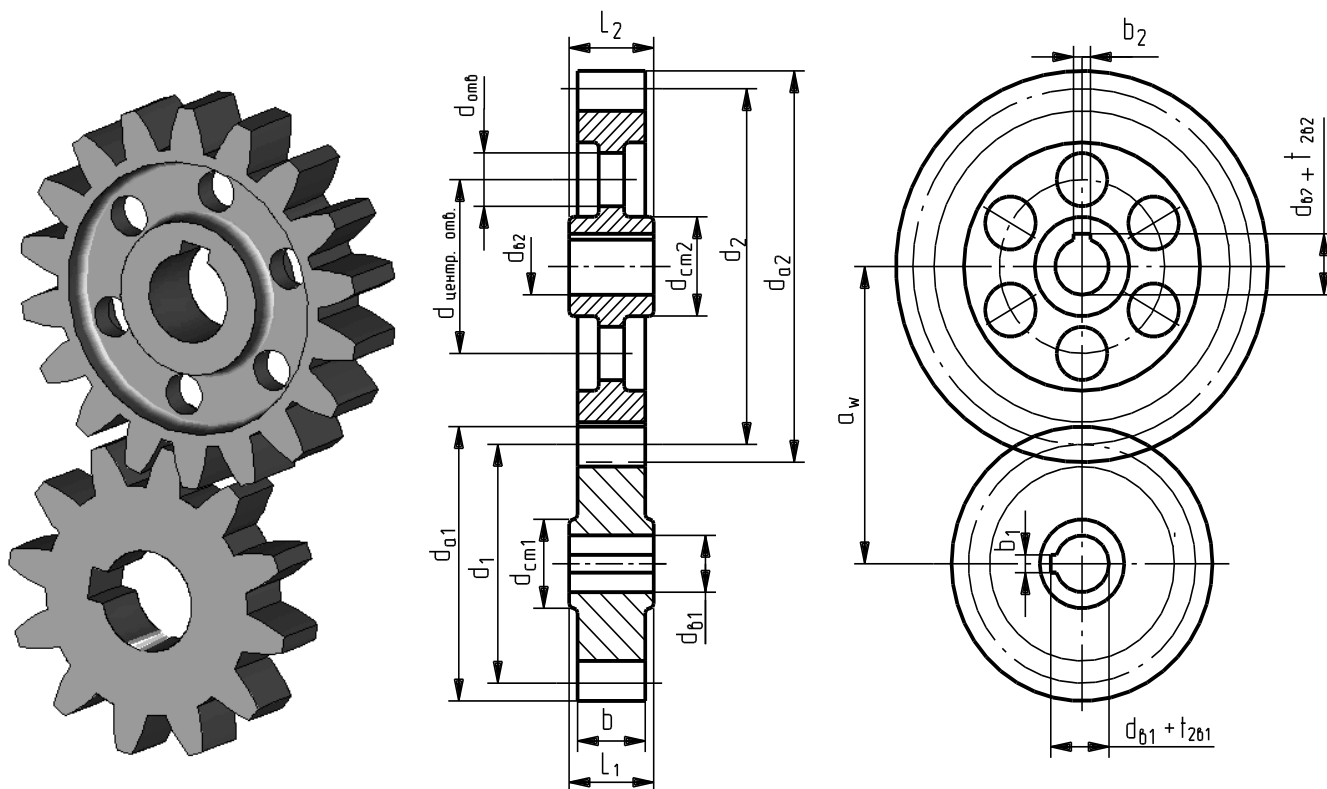


Рис. 12

Следует обратить внимание на то, что на виде слева цилиндрической зубчатой передачи делительные окружности зубчатых колес касаются друг друга.

Межосевое расстояние передачи рассчитывается по формуле

$$a_w = (d_1 + d_2) / 2.$$



Геометрия остальных элементов зубчатого колеса определяется из условий прочности и пр. Однако в графической работе при вычерчивании конструктивных элементов зубчатых колес можно пользоваться следующими приближенными (эмпирическими) соотношениями:

диаметр отверстия под вал	$d_b (0,17...0,25)d;$
диаметр ступицы	$d_{ст} (1,6...1,8) d_b;$
длина ступицы	$L = (1,25...1,5) d_b;$
толщина обода	$K = (1,5...2) m;$
ширина зубчатого венца	$b = (6...8) m;$
толщина диска колеса	$c = (0,25...0,3) b.$

**Коническая зубчатая передача** образуется парой конических зубчатых колес и применяется для передачи вращательного движения с одного вала на другой, когда оси этих валов пересекаются под некоторым углом (чаще всего этот угол  $90^0$ ).

Конические колеса имеют делительный конус, конусы вершин и впадин зубьев, а также дополнительный конус, на котором располагаются торцевые стороны зубьев.

Размеры зубьев конического колеса (рис.13), а следовательно, и модуль величины переменные – они уменьшаются к вершине конуса. Поэтому существует понятие дополнительный конус, образующие которого перпендикулярны образующим делительного.

За основную (расчетную окружность) принимают делительную окружность  $d_e$ , лежащую в воображаемой плоскости общего основания конусов – делительного и дополнительного. По дуге этой окружности измеряют шаг и модуль  $m_e$ . Значения модуля выбирают из ГОСТ 9563-60. Высота зуба  $h_e$ , головки  $h_{ae}$  и ножки  $h_{fe}$  определяются по образующей дополнительного конуса и регламентируются исходным контуром в соответствии с ГОСТ 13754-81:

$$h_{ae} = m_e; \quad h_{fe} = 1,2 m_e.$$

Отсюда следует, что:

$$d_e = m_e z$$

$$d_{ae} = m_e(z + 2 \cos \delta)$$

$$d_{fe} = m_e(z - 2,4 \cos \delta).$$

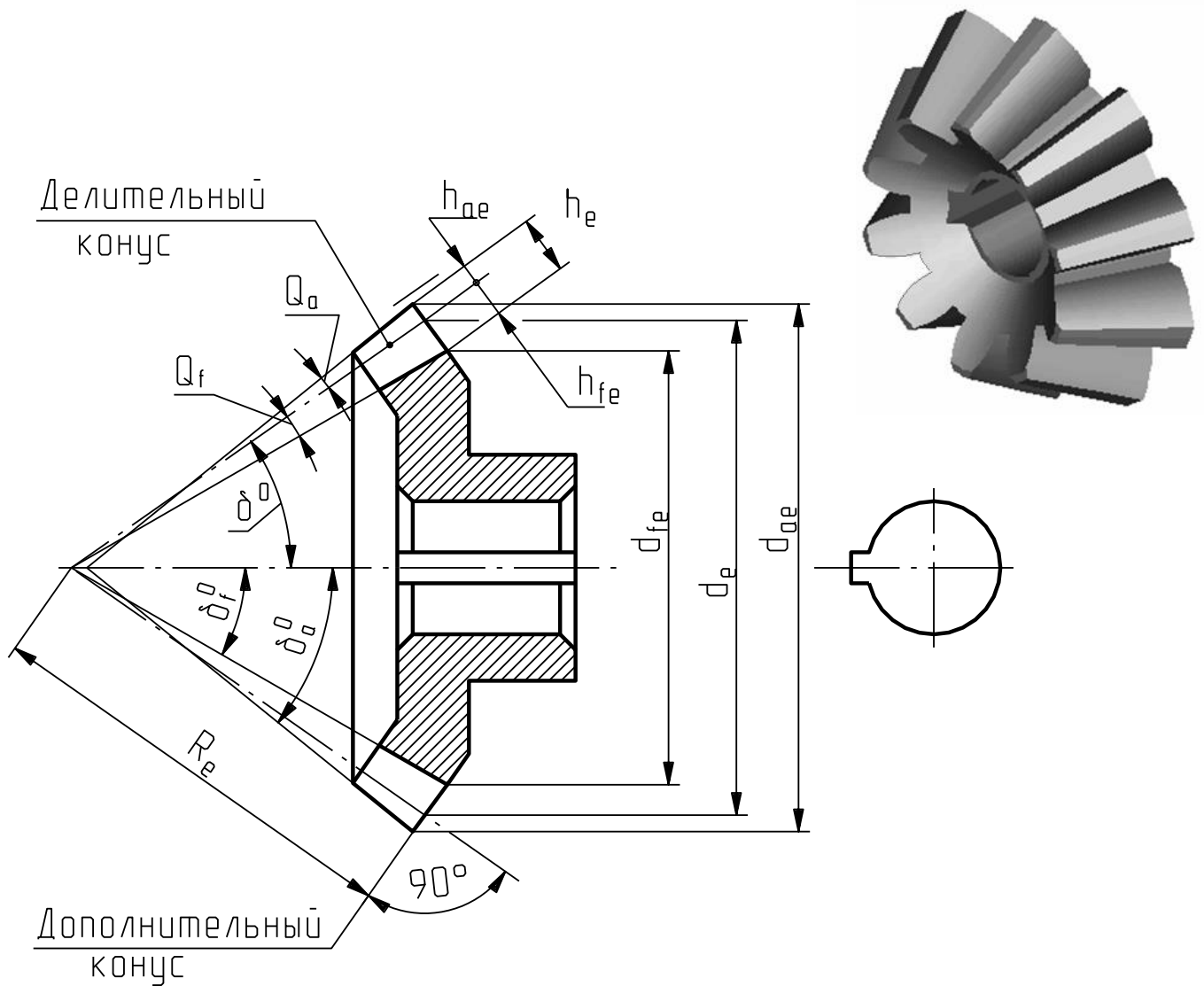


Рис. 13

На чертежах конических зубчатых колес, кроме указанных диаметров проставляют углы:

- $\delta$  – угол делительного конуса;
- $\delta_a$  – угол конуса вершин зубьев;
- $\delta_f$  – угол конуса впадин зубьев.

Эти углы определяются по формулам:

$$\operatorname{tg} \delta = z_1 / z_2,$$

где  $z_1$  и  $z_2$  – числа зубьев колес данной зубчатой передачи (угол между осями валов  $90^\circ$ ),

$$\delta_a = \delta + \theta_a, \quad \delta_f = \delta - \theta_f,$$

где  $\theta_a$  и  $\theta_f$  – углы головки и ножки зуба.

Согласно ГОСТ 19325-73 вершина конуса выступов зубьев смещена по отношению к вершине делительного конуса. Это смещение получается в результате того, что угол головки зуба каждого зубчатого колеса передачи равен углу ножки зуба каждого зубчатого колеса, т.е.

$$\theta_a = \theta_f = \theta .$$

Равенство указанных углов обеспечивает постоянство зазора по длине зубьев сопрягаемых колес в конических зубчатых передачах. Величина угла ножки зуба определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \theta = h_{fe} / R_e = 2,4 \sin \delta / z.$$

Длина образующей делительного (внешнее конусное расстояние) равна:

$$R_e = d_e / 2 \sin \delta .$$

Конструктивное изображение конической зубчатой передачи согласно ГОСТ 2.405-

показано на рис.14.

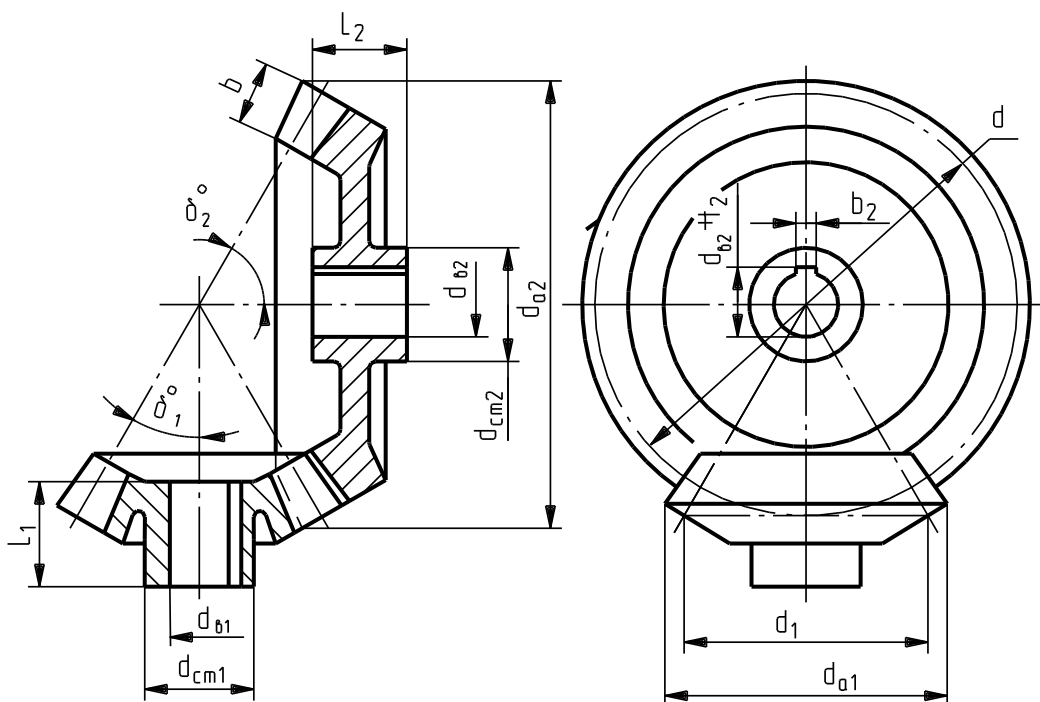
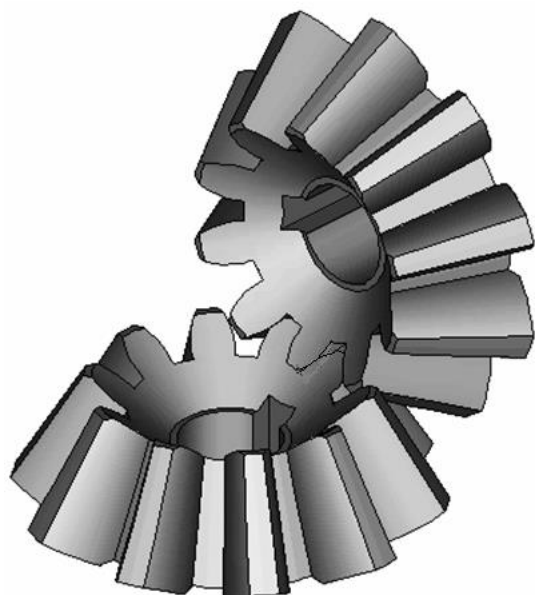


Рис. 14

**Реечная передача** состоит из зубчатой рейки, находящейся в зацеплении с цилиндрическим зубчатым колесом, и применяется для преобразования вращательного движения в поступательное и поступательного во вращательное.

Основные параметры реечной зубчатой передачи определяются также, как и для цилиндрической (см. стр. 16 и 18).

$$N_p = (5 \dots 6) m$$

На рис.15 дано конструктивное изображение реечной передачи в соответствии с ГОСТом 2.404-75.

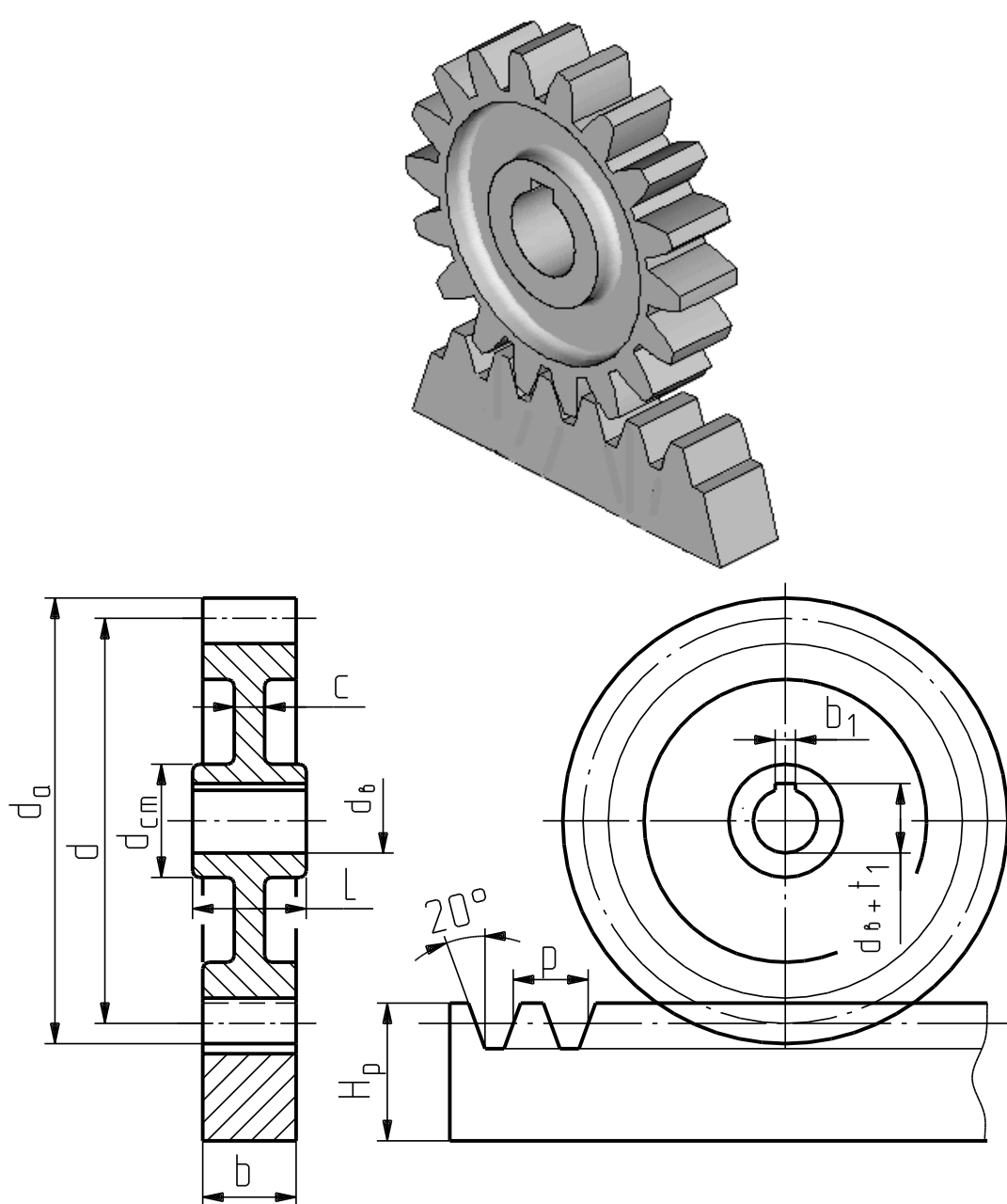


Рис. 15

Графическая работа выполняется на формате А3. Пример выполнения графической работы представлен на рис.16.

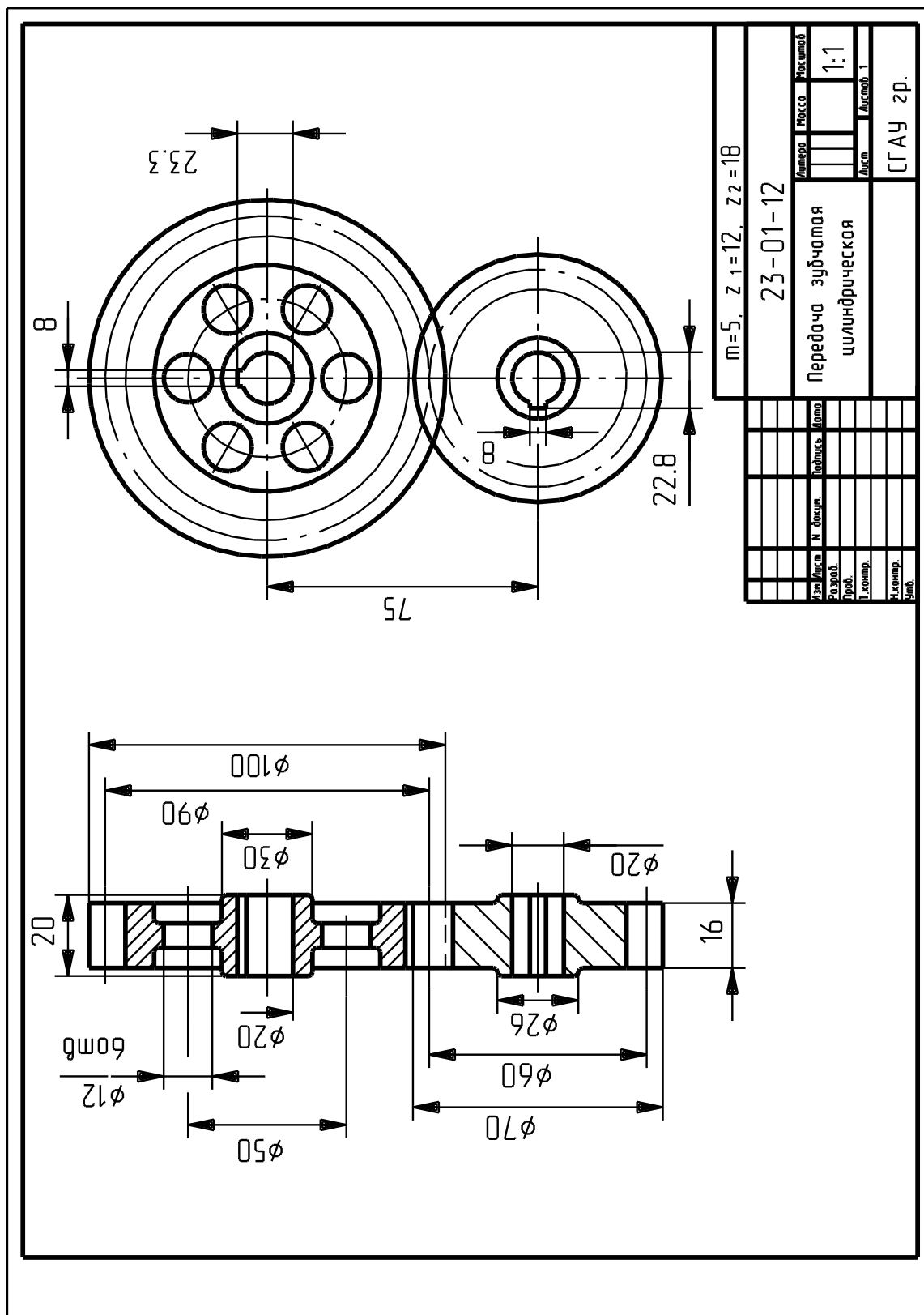


Рис. 16

## СОЕДИНЕНИЯ НЕРАЗЪЕМНЫЕ

Соединения деталей, полученные сваркой, пайкой, клепкой, запрессовкой, заливкой и другими способами называют неразъемными. Такие соединения деталей не могут быть разобраны без разрушения соединяющего их элемента. Условные изображения и обозначения швов неразъемных соединений выполняют на чертежах согласно указаниям ГОСТа 2.313-68.

### *Соединения заклепками*

Соединения заклепками применяют для деталей, испытывающих большие вибрационные и ударные нагрузки, из материалов, не допускающих нагрева или сварки. Соединения заклепками применяются в металлоконструкциях, самолетостроении, судостроении. Заклепки изготавливаются из сталей марок Ст2, Ст3, стали10, латуни, меди, алюминиевых сплавов, достаточно пластичных для образования головок материалов.

Заклепка представляет собой цилиндрический стержень с закладной головкой. На рис.1 изображены заклепки с полукруглой головкой и потайной головкой.

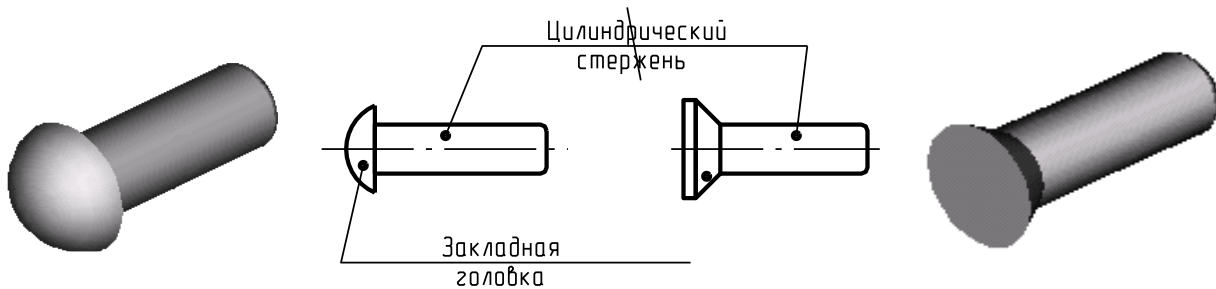


Рис. 1

Наиболее широко применяются заклепки:

- с полукруглой головкой – ГОСТ10299-80 (рис.2а);
- с потайной головкой – ГОСТ10300-80 (рис.2б);
- с полупотайной головкой – ГОСТ10301-80 (рис.2в);
- с плоской головкой – ГОСТ10303-80 (рис.2г).

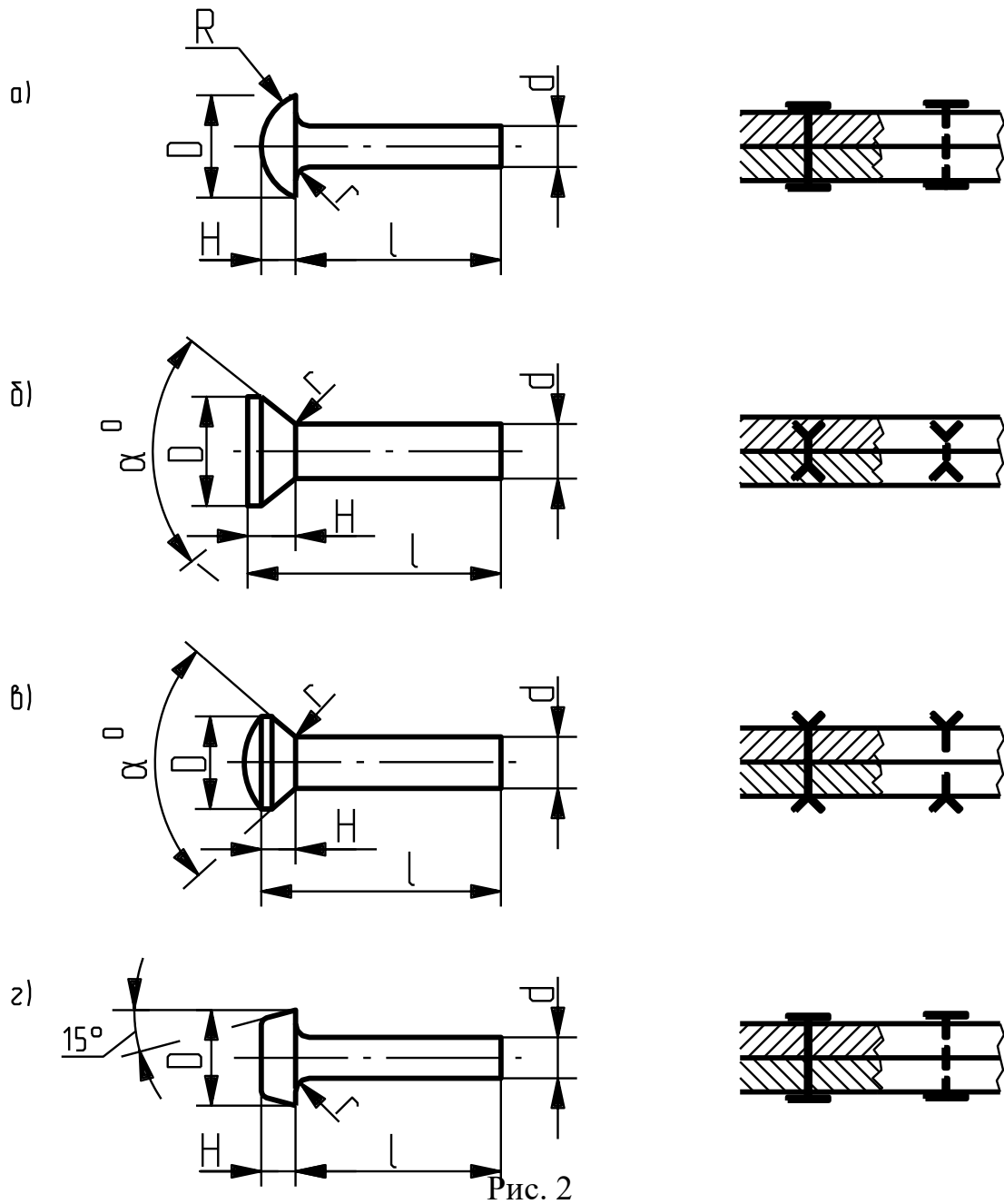


Рис. 2

На рис. 2 справа показано условное изображение данных заклепок на сборочных чертежах в разрезе и на виде.

Технология образования соединения заклепками (т.е. процесс расклепывания) схематично представлена на рис. 3 (полукруглая замыкающая головка), и на рис. 4 (потайная замыкающая головка).

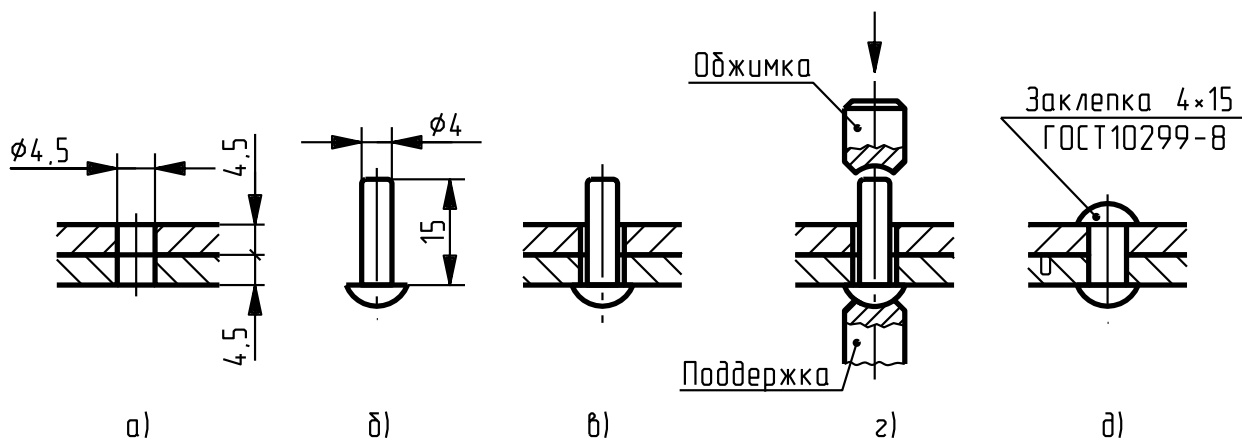


Рис. 3

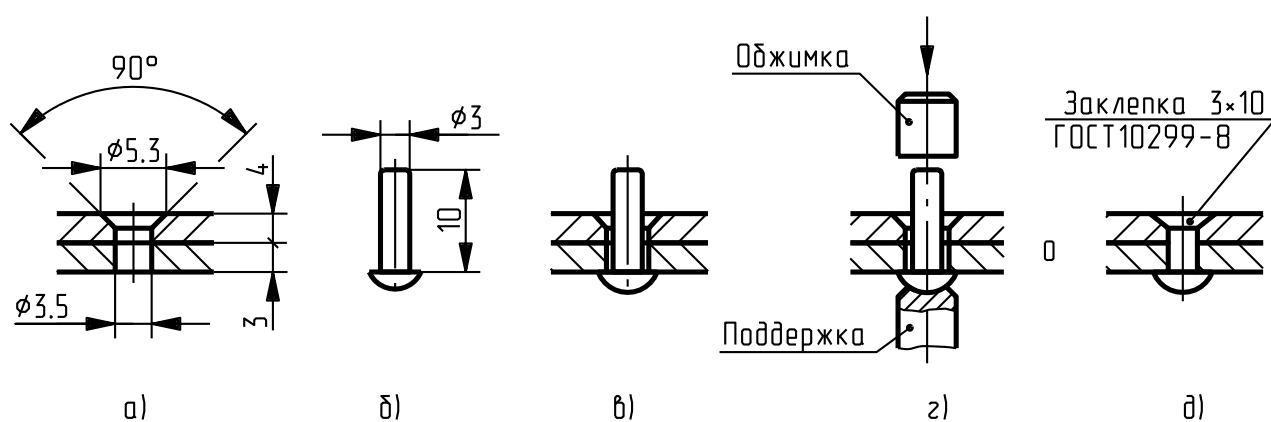


Рис. 4

Диаметр стержня заклепки  $d$  определяется расчетом шва на прочность. Длина стержня  $\ell$  (см. рис. 2) принимается больше толщины пакета скрепляемых листов на величину, необходимую для образования замыкающей головки, которая равна:  $1,5d$  для полукруглой головки,  $1d$  – для потайной. По полученным расчетным величинам  $d$  и  $\ell$  подбираются ближайшие стандартные значения по табл. 1:

$$\ell = S_1 + S_2 + 1,5d \text{ – для полукруглой головки;}$$

$$\ell = S_1 + S_2 + 1d \text{ – для потайной головки.}$$

В условном обозначении заклепок на чертежах указывают:

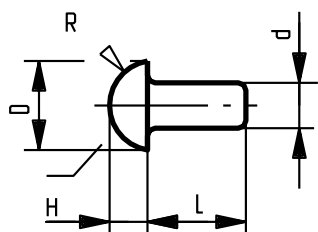
1) слово «заклепка»; 2) диаметр; 3) длину; 4) номер стандарта.

Например: Заклепка  $8 \times 20$  ГОСТ 10299–80, где 8 – диаметр, 20 – длина. Отверстия под заклепки сверлят на  $0,5 \dots 1$  мм больше диаметра заклепки.

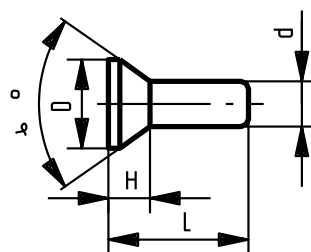


### Заклепки нормальной точности

Заклепка с полукруглой головкой  
ГОСТ 10299–80



Заклепка с потайной головкой  
ГОСТ 10300–80

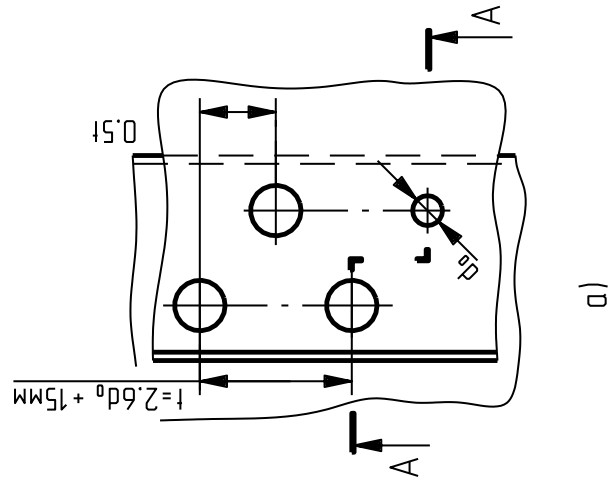
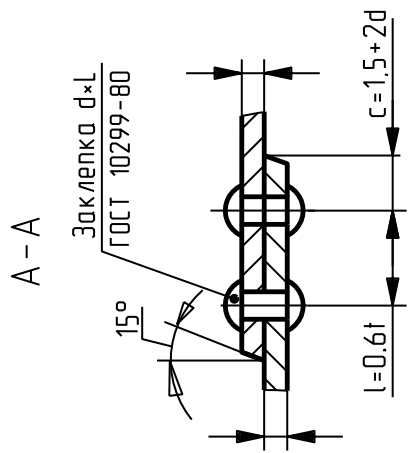


Номинальный диаметр стержня	ГОСТ 10299–80			ГОСТ 10300–80		
	$D$	$H$	$R$	$D$	$H$	$\alpha$
2	3,5	1,2	1,9	3,9	1	90°
3	5,3	1,8	2,9	5,2	1,2	
4	7,1	2,4	3,8	7,0	1,6	
5	8,8	3,0	4,7	8,8	2,0	
6	11,0	3,6	6,0	10,3	2,4	
8	14,0	4,8	7,5	13,9	3,2	
10	16,0	6,0	8,3	17,0	4,8	75°
12	19,0	7,2	9,8	20,0	5,6	
(14)	22,0	8,5	11,4	24,0	6,8	60°
16	25,0	9,5	13,0	24,0	7,2	
(18)	27,0	11,0	13,8	27,0	8,0	
20	30,0	12,0	15,4	30,0	9,0	

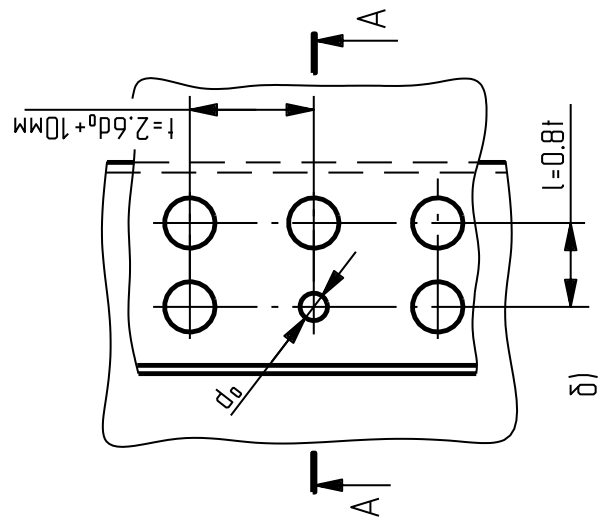
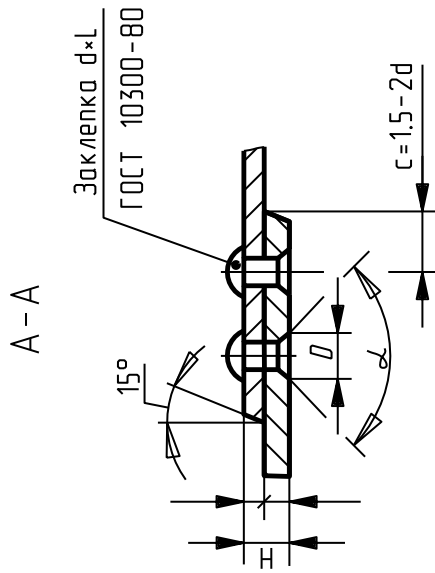
*Примечание.* Длину заклепок выбирают из ряда: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 38, 40, 42, 45, 50, 52, 55, 58, 60, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100 и более.

По взаимному расположению заклепок различают швы однорядные, двухрядные, трехрядные и т.д. На рис. 5 приведены примеры заданий соединений заклепками.

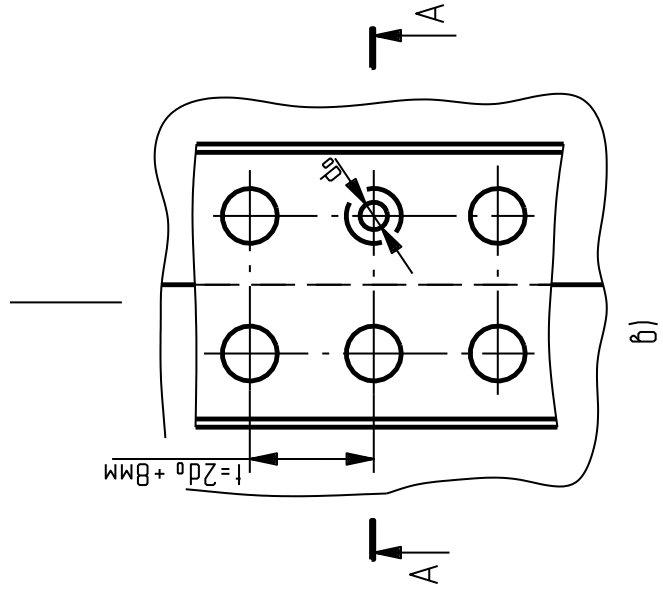
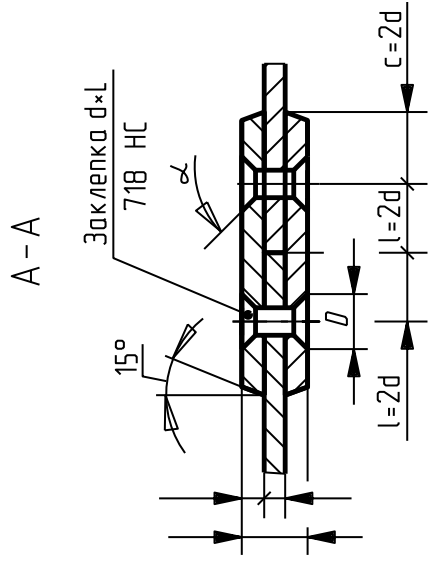
Шов двухрядный шахматный



Шов двухрядный параллельный



Шов однорядный с накладками



Работа «Соединение заклепками» выполняется на формате А4.  
 Пример выполненной работы представлен на рис. 6.

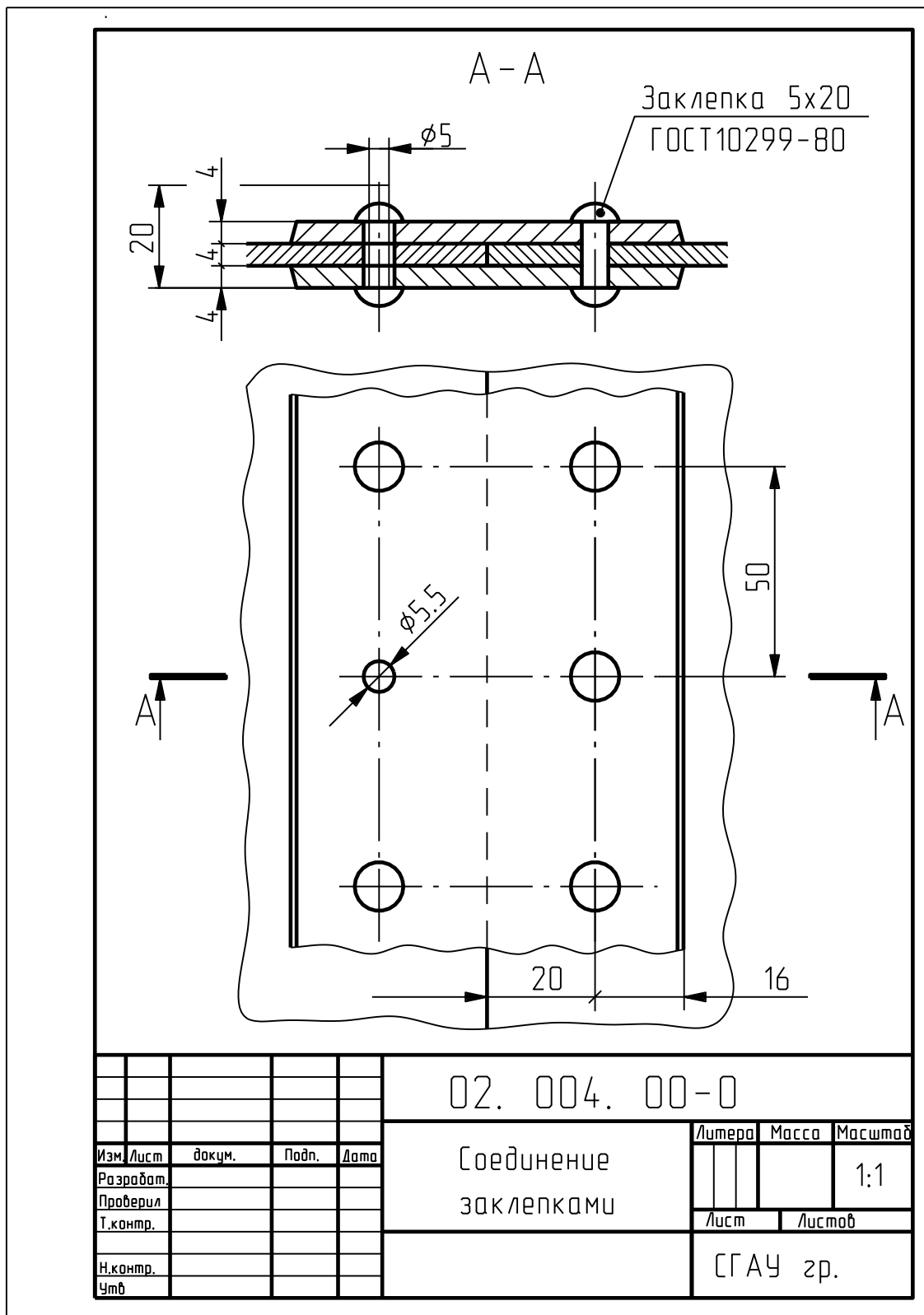


Рис. 6

## Соединения сварные

ГОСТ 2601–84

Соединение сваркой – один из наиболее прогрессивных способов соединения составных частей изделия, широко применяемый в технике.

Сварка металлов – это процесс неразъемного соединения металлических изделий путем местного нагревания их до расплавленного или пластичного состояния. Наплыв металла, образовавшийся на месте соединения деталей в результате сварки и отличающийся от структуры основного металла изделия, называется швом сварного соединения. Механические свойства сварного соединения (шва) должны быть не хуже свойств основного материала всей конструкции и обеспечивать герметичность и (или) прочность.

Существует много видов сварки и способов их осуществления, например:

ГОСТ 5264–80 ручная дуговая,

ГОСТ 11533–75 автоматическая под флюсом,

ГОСТ 14771–76 дуговая сварка в защищенном газе,

ГОСТ 15878–79 контактная сварка.

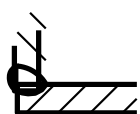
Подробнее см. ГОСТ 19521–74. Сварка металлов. Классификация.

Разнообразны и многочисленны обозначения швов сварных соединений.

Соединения различают по взаимному расположению деталей:



**стыковое** – соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцевыми поверхностями;



**угловое** – соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев;



**внахлестку** – соединение, в котором сваренные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга;



**тавровое** – соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента.

Их обозначают первыми буквами – С, У, Н, Т соответственно.

Кромки свариваемых деталей могут быть подготовлены: с отбортовкой, без скосов, со скосом одной кромки, со скосом обеих кромок, с двумя симметричными скосами кромки одной детали.

На чертежах к буквенному обозначению добавляют цифровое: С1, С2, С3...; У1, У2, У3...; Н1, Н2, Н3 ...; Т1, Т2, Т3..., характеризующее вид подготовки кромок и интервал толщин свариваемых деталей, например:

- стыковое соединение без скоса кромок, характер сварного шва - односторонний, толщина свариваемых деталей 1...4 мм, условное обозначение соединения – С2;
- стыковое соединение со скосом одной кромки, характер сварного шва - односторонний, толщина свариваемых деталей 3...60 мм, условное обозначение соединения – С8;
- угловое соединение без скоса кромок, характер сварного шва - односторонний, толщина свариваемых деталей 1...30 мм, условное обозначение соединения – У4;
- нахлесточное соединение без скоса кромок, характер сварного шва - двусторонний, толщина свариваемых деталей 2...60 мм, условное обозначение соединения – Н2;
- тавровое соединение без скоса кромок, характер сварного шва - односторонний, толщина свариваемых деталей 2...40 мм – Т1.

Более подробные сведения из ГОСТ 5264–80. приведены в табл. 2.

Шов сварного соединения показан на рис. 7. Некоторые типы соединений (тавровые, нахлесточные и угловые) характеризуются величиной К, называемой катетом шва. Величина катета устанавливается конструктором и указывается на чертеже. За катет К – принимают катет равнобедренного треугольника (см. рис. 7) вписанного в сечение шва сварного соединения.

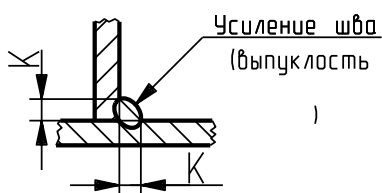


Рис. 7

Усиление (выпуклость) шва сварного соединения допускается не более 2мм.

На рис. 8 приведено полное условное обозначение стандартного шва или одиночной сварной точки по ГОСТ 2.312–72

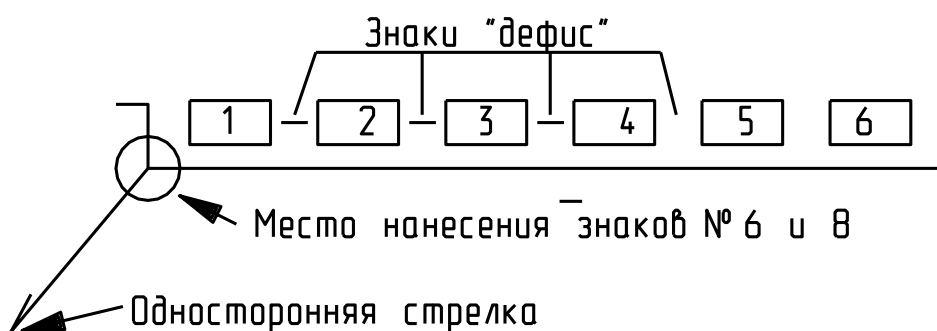


Рис. 8

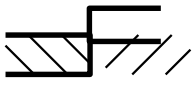


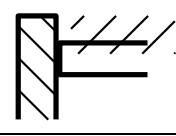
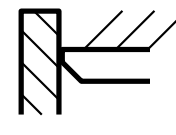
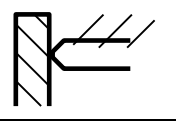
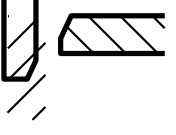
1 – обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений; 2 – буквенно-цифровое обозначение шва; 3 – условное обозначение способа сварки согласно стандарту (допускается не указывать); 4 – знак и размер катета –  $\nabla$  4; 5 – размеры для прерывистого или шахматного шва (длина провариваемых участков и шага) / или Z (рис.13); 6 – знак снятия выпуклости шва или плавного перехода, параметр шероховатости обработанного шва, знак шва по незамкнутой линии.

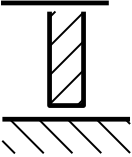
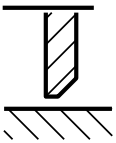
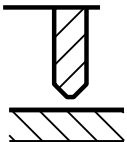
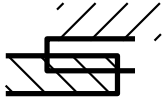
В условном обозначении шва могут быть применены следующие знаки:

№ знака	1	2	3	4	5	6	7	8
Знак	/	Z	⊖	∩	△	○	⊏	┌

- / - шов прерывистый, угол наклона линии  $\sim 60^\circ$ .
- Z - шов прерывистый с шахматным расположением.
- ⊖ - шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа.
- ∩ - усиление шва снять, если требуется снять выпуклость шва.
- △ - наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу.
- - шов по замкнутой линии.
- ┌ - шов выполняют при монтаже изделия.

Таблица 2

Форма поперечного сечения	Форма подготовленных кромок	Тип шва	Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение шва сварного соединения
1	2	3	4	5
<b>Стыковое соединение</b>				
	Без скоса кромок	Односторонний	1...6	C2
		Односторонний	2...8	C7
	Со скосом одной кромки	Односторонний	4...26	C8
		Двусторонний		C12
	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний	8...50	C15
	Со скосом двух кромок	Односторонний	3...60	C17
<b>Угловое соединение</b>				
	Без скоса кромок	Односторонний	1...30	У4
		Двусторонний	2...30	У5
	Со скосом одной кромки	Односторонний	3...60	У6
		Двусторонний		У7
	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний	8...80	У8
	Со скосом кромок	Односторонний	3...60	У9
		Двусторонний		У10

1	2	3	4	5
<i>Тавровое соединение</i>				
	Без скоса кромок	Односторонний Двусторонний	2...40	T1 T3
	Со скосом одной кромки	Односторонний Двусторонний	3...60	T6 T7
	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний	8...80	T8
<i>Нахлесточное соединение</i>				
	Без скоса кромок	Односторонний Двусторонний	2...60	H1 H2

Знаки выполняются тонкими линиями. Высота знаков должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

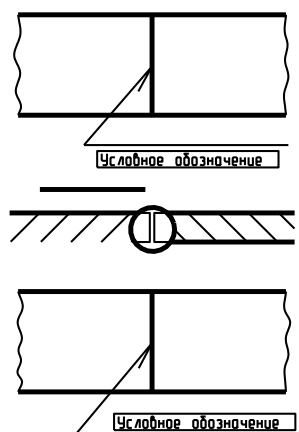


Рис. 9

Место расположения сварного шва на чертеже указывается наклонной линией-выноской с одной-сторонней стрелкой и полочкой с условным обозначением как показано на рис. 9. Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны и под полкой линии-выноски, проводимой от оборотной стороны.



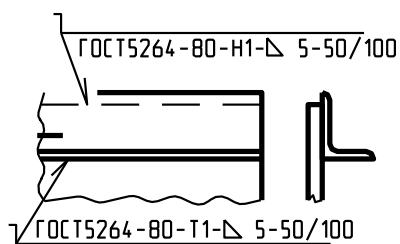


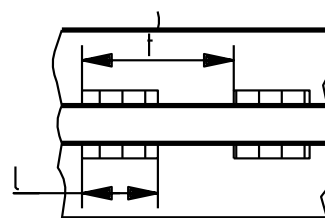
Рис. 10

Сварной шов на чертеже изображается сплошной контурной линией (видимый шов) или штриховой линией (невидимый шов).

Шов может быть обозначен с лицевой или с оборотной стороны. За лицевую сторону одно-стороннего шва принимают сторону, с которой производят сварку (рис.10), двустороннего шва – сторону, с которой производят сварку основного шва.

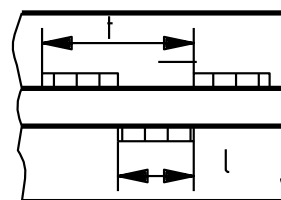
В условном обозначении шва могут быть применены следующие знаки:

/ - прерывистый шов с цепным расположением провариваемых участков с указанием длины участка  $l$  и шага  $t$  (рис.11а);



а

Z - прерывистый шов с шахматным расположением провариваемых участков с указанием размеров  $l$  и  $t$  (рис.11б).



б)

Рис. 11

На рис.12 изображены примеры условных обозначений сварных швов:

- а) стыкового;
- б) углового, в среде инертных газов плавящимся электродом (ИП);
- в) таврового прерывистого с шахматным расположением провариваемых участков длиной 50 мм и шагом 100 мм;
- г) нахлесточного по незамкнутой линии;
- д) нахлесточного соединения контактной сваркой в четырех сварных точках, расчетный диаметр точки – 5 мм.

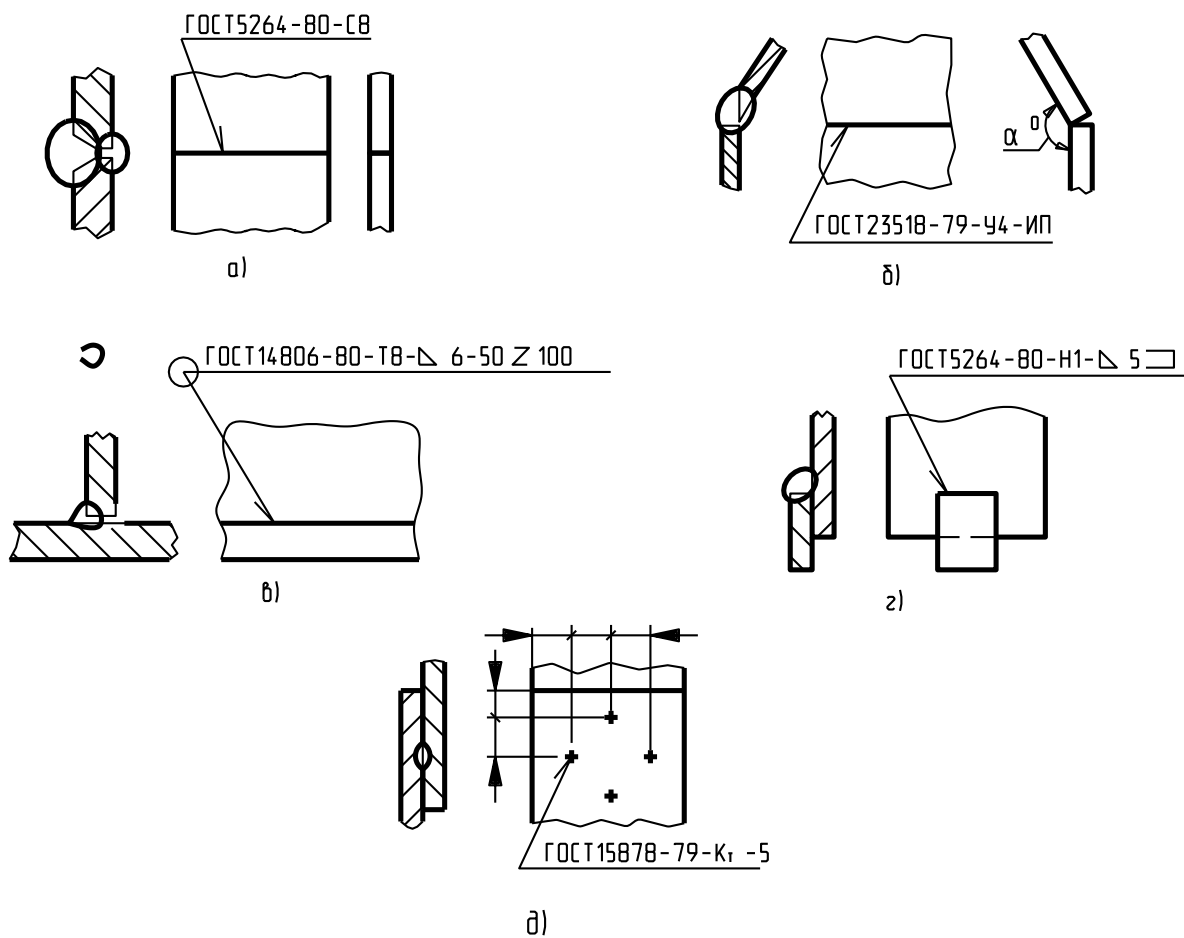


Рис. 12

В условное обозначение шва может быть включено буквенное обозначение способа сварки, например: А – автоматическая (ГОСТ11533-75); К<sub>т</sub> – контактная точечная; К<sub>ш</sub> – шовная (ГОСТ15878-79). В зависимости от условий сварки из условного обозначения могут быть исключены те или иные его составляющие.

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком (рис. 13).

Невидимые точки не изображают. Пример контактной точечной сварки (см. рис. 12д).

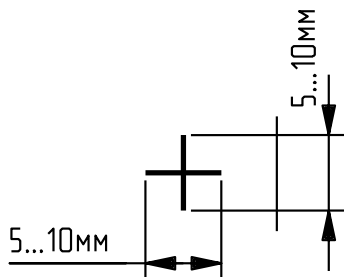


Рис. 13

При наличии нескольких одинаковых швов на чертеже обозначение наносят над наклонным участком линии-выноски у одного шва с указанием номера и количества таких швов (рис. 14,а), а у остальных проводят линии - выноски с полками для указания номера шва (рис. 14,б) или без полок (рис. 14,в), если все швы одинаковые.

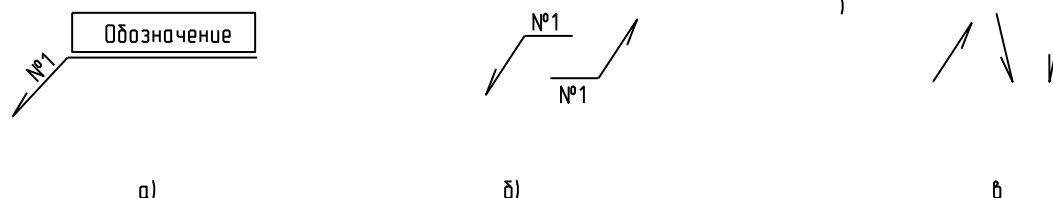


Рис. 14

В соответствии с индивидуальным заданием студенты по аксонометрическому изображению (рис. 15) на формате А4 выполняют чертеж изделия, изготовленного с помощью сварки. В зависимости от сложности изделия выбирают количество изображений, с выполнением необходимых разрезов, наносят размеры и условные обозначения сварных швов.

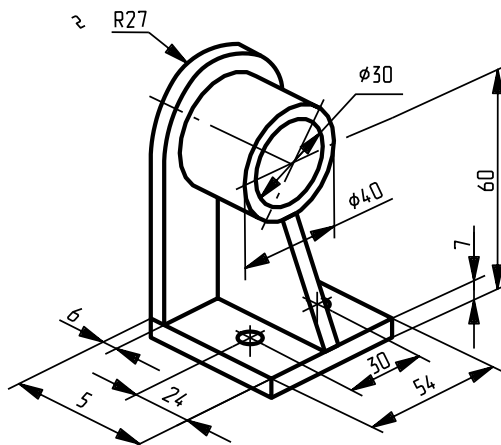
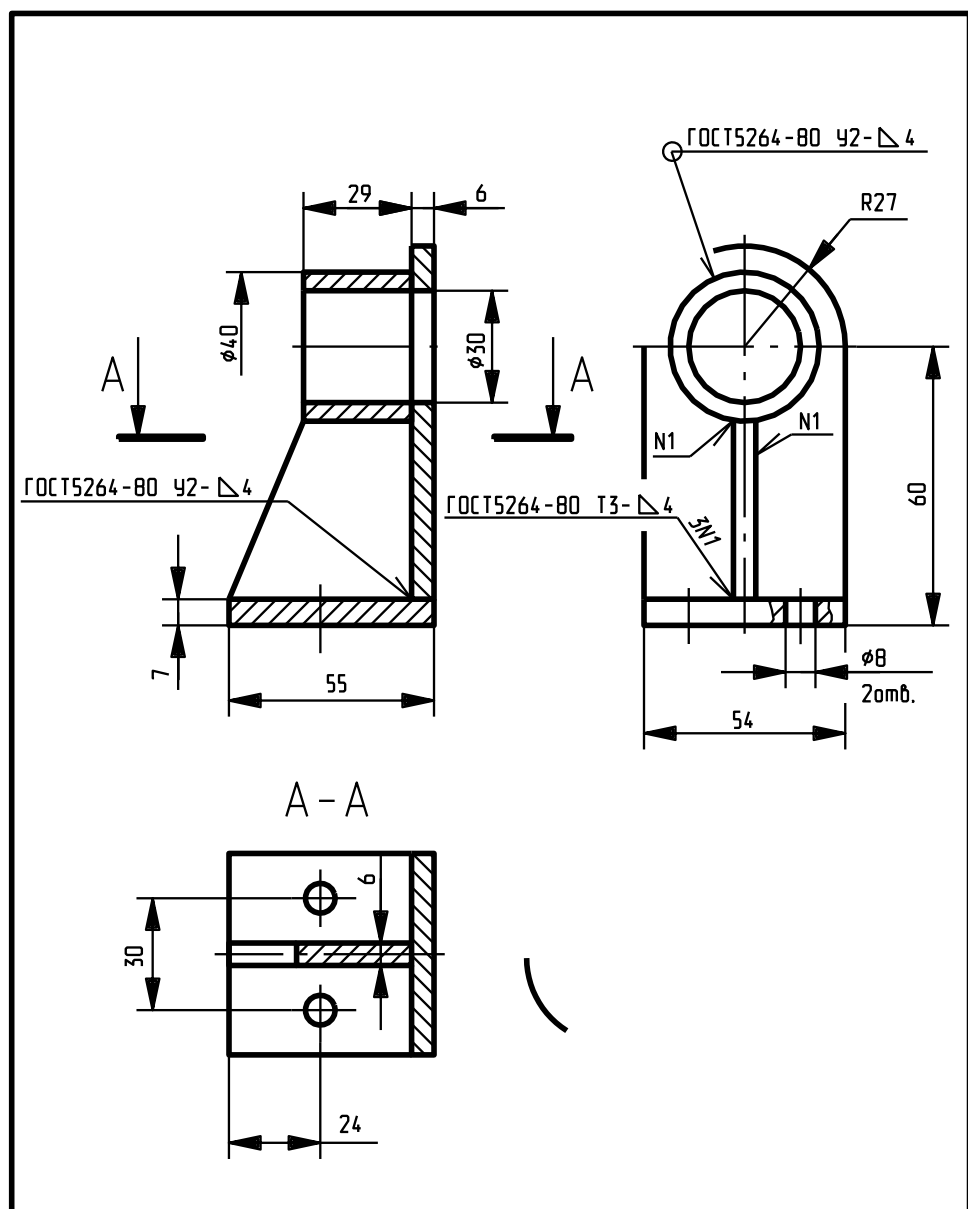


Рис. 15

Сечения смежных свариваемых деталей штрихуют в разных направлениях. Направление линий штриховки одной и той же детали должно быть одинаковым на всех изображениях. На поперечных сечениях швов подготовку кромок, зазор между кромками и контур сечения шва не показывают.

Пример выполнения чертежа сварного соединения (см. рис. 15) показан на рис.16.



Изм	Лист	Докум.	Подп.	Дата	02. 000. 000			
Разраб.					Соединение сваркой	Лит.	Масса	Масштаб
Проб.								1:1
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.					СГАЧ зр.			
Утв.								

Рис. 16

## *Соединения пайкой*

Соединение деталей несущее небольшую нагрузку с помощью припоя называется пайкой.

Паяные соединения являются основными в радио и электромашиностроении. Типы и элементы паяных швов устанавливает ГОСТ 19249–73, а условные изображения ГОСТ 2.313–82.

Способы пайки различают по источнику нагрева: паяльником, погружением в расплавленный припой, газопламенный, лазерный и другие.

(Подробнее см.: ГОСТ17349-79 Пайка. Классификация способов.

ГОСТ17325-79 Пайка и лужение. Основные термины).

Припои подразделяют:

*по температуре плавления*

особолегкоплавкие (до 145<sup>0</sup>С)

легкоплавкие (до 450<sup>0</sup>С)

среднеплавкие (до 1100<sup>0</sup>С)

высокоплавкие (до 1850<sup>0</sup>С)

тугоплавкие (свыше 1850<sup>0</sup>С)

*по основному компоненту*

оловянные – ПО

оловянно – свинцовые – ПОС

цинковые – ПП

медно-цинковые – ПМЦ

серебряные – ПСр

Припои ПСр применяют, когда место пайки не должно снижать электропроводность.

Припои выпускают в виде: проволоки – Прв; прутков – Пт; лент – Л.

Марку припоя записывают в технических требованиях (ТТ) по типу:

**ПОС 40 ГОСТ21931-76** (без указания сортамента) или

**Припой Прв КР2 ПОС 40 ГОСТ21931-76** (с указанием сортамента),  
где Прв КР2 – проволока круглого сечения диаметром 2мм,  
число 40 указывает содержание олова в %, (остальное свинец).

**Припой ПСр70 ГОСТ19733-74**, где 70% серебра, 26% меди, 4% цинка.

Как и сварные, паяные швы (П) подразделяются (рис. 17) на:

- а) стыковые (ПВ-1, ПВ-2, ...);
- б) нахлесточные (ПН-1, ПН-2,...);
- в) угловые (ПУ-1, ПУ-2,...);
- г) тавровые (ПТ-1, ПТ-2,...);
- д) соприкасающиеся (ПС-1, ПС-2,...).

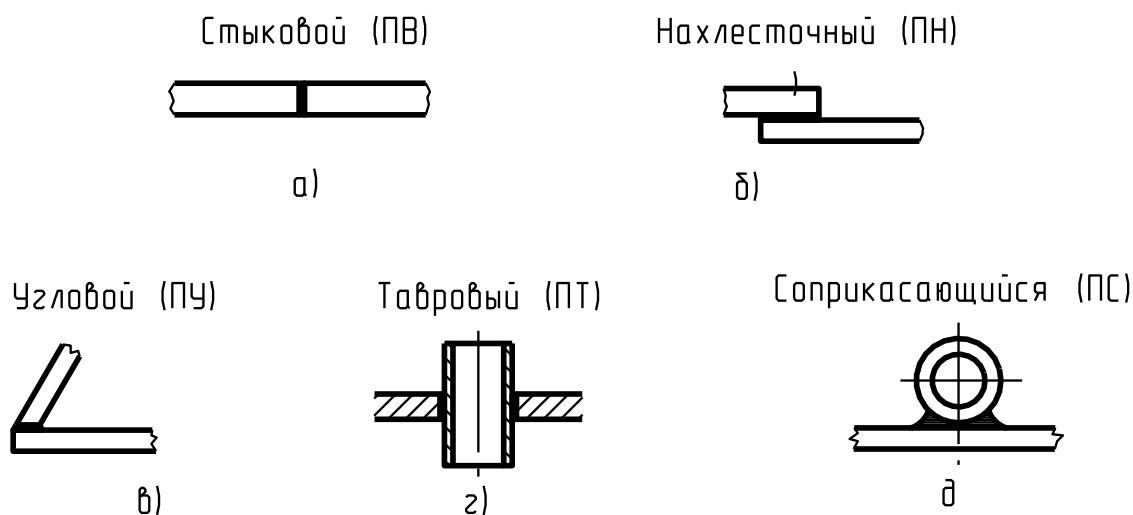


Рис.

Рис. 17

Паяное соединение определяют: толщина шва, ширина шва, длина шва. Условные обозначения швов паяных соединений состоят из буквенно-цифрового обозначения размера сечения и длины шва.

Пример условного обозначения паяного шва нахлесточного ПН-1, толщиной 0,05 мм, шириной 10 мм и длиной шва 150

ПН 0,05 × 10 × 150 ГОСТ 19249–73.

Место соединения показывают сплошной основной линией толщиной 2S (S-толщина основной линии равна 0,5...1,4 мм).

На рис. 18 показан пример соединения пайкой при изготовлении сетчатого фильтра.

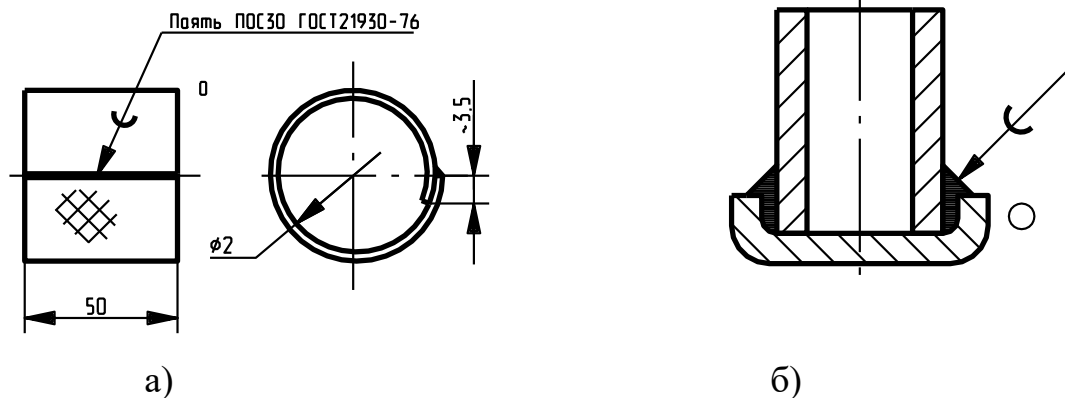


Рис. 18

На линии-выноске, выполненной тонкой линией и начинающейся от изображения шва двусторонней стрелкой (а не односторонней, как у сварного шва), помещают условный знак пайки (похожий на букву С), наносимый основной линией (рис. 18,а). Шов по замкнутой линии обозначают тем же знаком, что и аналогичный сварной шов (рис. 18,б).

### *Соединения клеевые*

Этот способ соединения деревянных, пластмассовых, и металлических деталей и конструкций находит широкое применение в промышленности. В некоторых случаях склеивание является единственным способом, который можно использовать, например, при соединении деталей из пластика.

Обозначение соединений склеиванием, производится с помощью условного знака, который наносят на линии-выноске сплошной основной линией, похожим на букву К (рис. 19). Обозначение клеящего вещества приводят в технических требованиях (ТТ) по типу: Клей БФ-10Т ГОСТ22345-77.



Рис. 19

Шов, выполняемый по замкнутой линии, обозначают окружностью диаметром от 3 до 5 мм, выполняемый тонкой линией. На изображении пьаного соединения при необходимости указывают размеры шва и шероховатость поверхности.

Пример чертежа неразъемного комбинированного соединения, выполненного сваркой, пайкой и склеиванием, представлен на рис. 20 (формат А4).

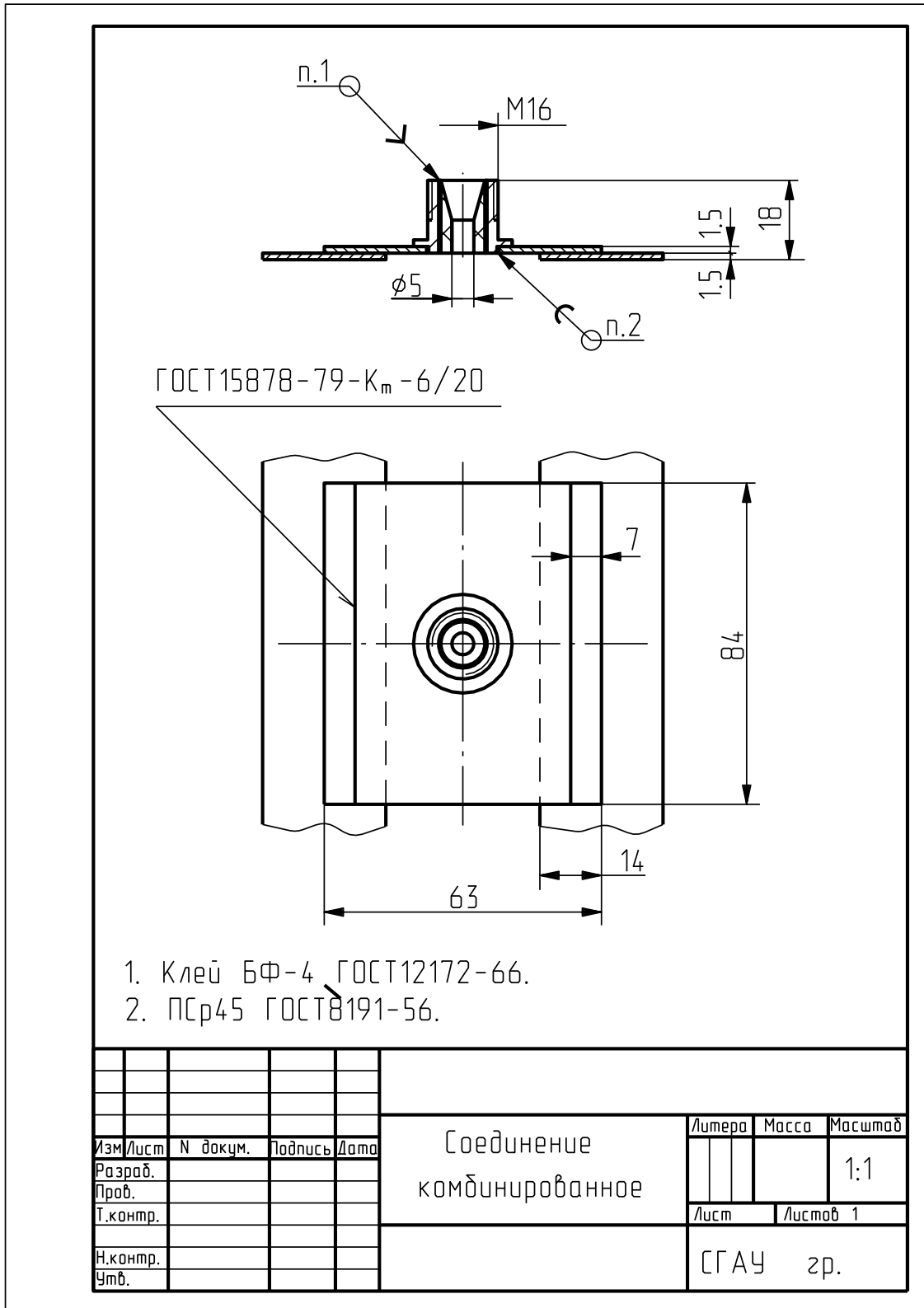


Рис. 20



## Соединения методом пластической деформации

Изображение соединений деталей методом пластической деформации показаны на рис. 21: расклепкой (рис. 21,а), раскерновкой (рис. 21,б), развальцовкой (рис. 21,в), обжатием (рис. 21,г, 21,д) и т. п. Такие указания в рабочих чертежах устанавливают требования к конструктивному исполнению изделия, а поэтому не являются технологическими указаниями.

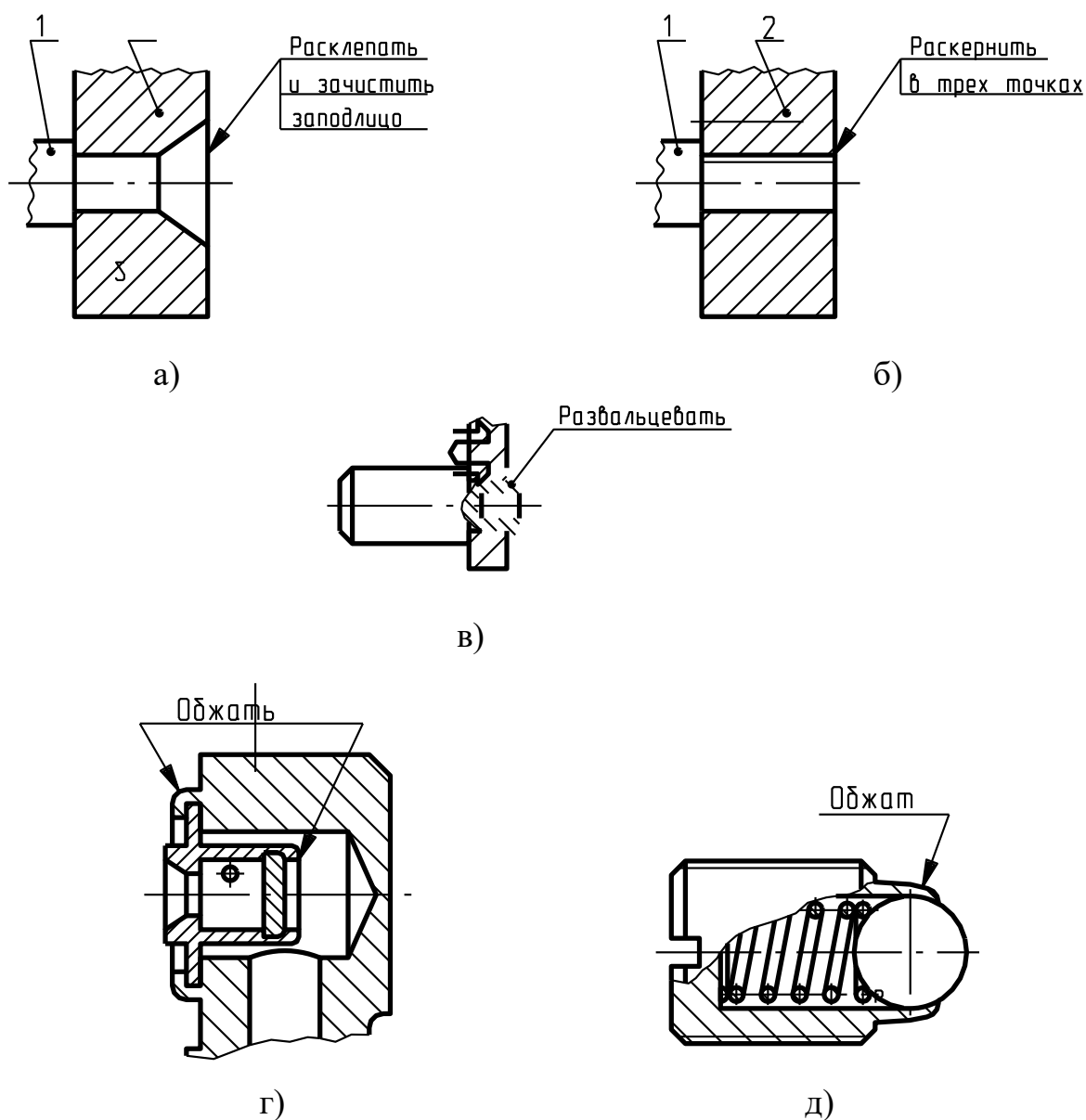


Рис. 21

На рабочих чертежах детали, элементы которых подлежат деформированию, изображают в том виде, в котором они поступают на сборку, т.е. с недеформированными элементами без каких либо оговорок.

## Список рекомендуемой литературы

1. Стандарты ЕСКД, по состоянию на 01.01.95.
2. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учеб. для вузов/ В.С. Левицкий. – 3-е изд., доп. и испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 422 с.
3. Кочнев, М.И. Разъемные и неразъемные соединения в машиностроительных и авиационных изделиях/ М.И. Кочнев, В.И. Смирнова; КуАИ, 1979.
4. Чемпинский Л.А. Соединение деталей и их изображение на чертежах / Л.А. Чемпинский, В.Я. Фадеев; КуАИ, 1988.
5. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев. – М.: Высш. шк., 2001.

---

Методические материалы

**УСЛОВНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ.  
СОЕДИНЕНИЯ ШПОНКАМИ И ШЛИЦАМИ. ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ.  
НЕРАЗЪЁМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

*Методические указания*

Составители: **Комаровская Светлана Семеновна,  
Рыжкова Людмила Михайловна**

Редактор А.В. Ярославцева  
Компьютерная вёрстка А.В. Ярославцевой

Подписано в печать 12.11.2018. Формат 60x84/8.

Бумага офсетная. Печ. л. 5,25.

Тираж 25 экз. Заказ . Арт. – 36(Р4М)/2018.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»  
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)  
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

---

Изд-во Самарского университета.  
443086, Самара, Московское шоссе, 34.