



УДК 621.882.(083.131)  
Составители: Аникеева Н.П., Попов Ю.А.

*Рецензент*

Кандидат технических наук, доцент *В.И. Ляхов*

**Разъёмные соединения:** Методические указания по выполнению чертежей шпоночных и шлицевых соединений / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Н.П. Аникеева, Ю.А. Попов. Курск, 2014. 18 с.: ил. 11, табл. 5. Библиогр.: с. 18

Методические указания написаны с целью оказания помощи в организации самостоятельной работы студентов при выполнении чертежей разъёмных соединений.

Методические указания предназначены для студентов 1 курса инженерно-технических специальностей дневной формы обучения

Текст печатается в авторской редакции.

Подписано в печать 14.05.13. 60x84/16.  
Усл. печ. л. 2,6 Уч.-изд.л. 2,4. Тираж 100 экз. Заказ \_\_\_\_\_. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## Содержание

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ШПОНКАМИ	4
1.1. Общие сведения о шпонках	4
1.2. Изображение шпоночных соединений	9
1.3. Обозначение шпонок	9
2. ЗУБЧАТОЕ (ШЛИЦЕВОЕ) СОЕДИНЕНИЕ	10
2.1. Изображение шлицевых соединений	10
2.2. Обозначение шлицевых соединений	12
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «СОЕДИНЕНИЯ РАЗЪЕМНЫЕ»	13
3.1. Вычерчивание соединения шпонкой	14
3.2. Вычерчивание шлицевого соединения	14
4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ	16
ЛИТЕРАТУРА	18

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой по курсу «Инженерная графика».

Целью данной работы является ознакомление студентов с изображением на чертежах одних из наиболее часто встречающихся видов разъемных соединений: *соединением шпонкой и зубчатым (шлицевым) соединением*. Эти виды соединений родственны между собой как по характеру работы, так и по способу получения рабочих поверхностей. Они применяются для закрепления на валах и осях посаженных на них деталей (зубчатых колес, шкивов, звездочек, муфт и т.д.).

Пазы на валу фрезеруются с помощью пальцевой и дисковой фрезы, канавки в ступице колеса получают протяжкой или другими технологическими приемами.

## 1. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ШПОНКАМИ

### 1.1. Общие сведения о шпонках

*Шпонкой* называется деталь, которая устанавливается в пазах сопрягаемых деталей и препятствует относительному повороту этих деталей. При соединении ступицы с валом одна часть шпонки входит в паз вала, другая – в паз ступицы. После сборки шпоночного соединения между пазом ступицы и верхней гранью шпонки должен быть небольшой радиальный зазор, который получается при правильном выборе шпонки.

Шпонка представляет собой брусок металла определенной формы. В зависимости от формы шпонки подразделяются на: призматические, сегментные, клиновые и др. (рис. 1).

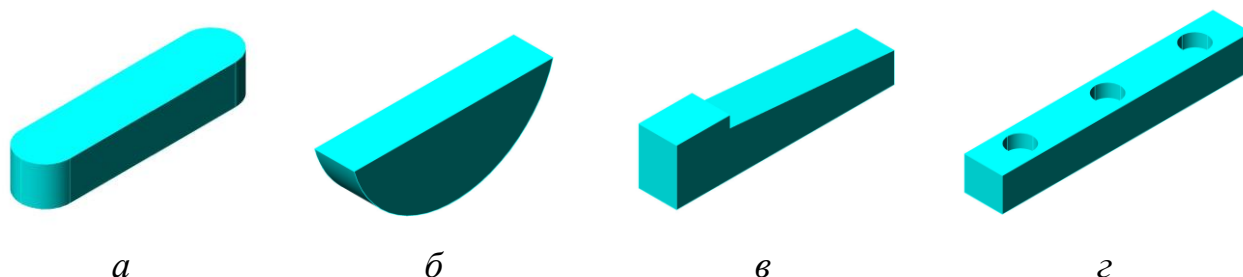


Рис. 1. Шпонки:

*a* – призматическая; *б* – сегментная; *в* – клиновая; *г* – направляющая

Наиболее распространены призматические шпонки. Вращения от вала к колесу передается рабочими боковыми гранями шпонок. Призматические шпонки бывают скругленными – *исполнение 1* или плоскими с

одного или с двух концов – *исполнения 2 и 3* (рис. 1, 2).

Если детали при работе имеют осевые перемещения, то призматическая шпонка, соединяющая деталь с валом, должна быть привинчена к нему винтами. Такие шпонки называют направляющими (рис. 1, *з*).

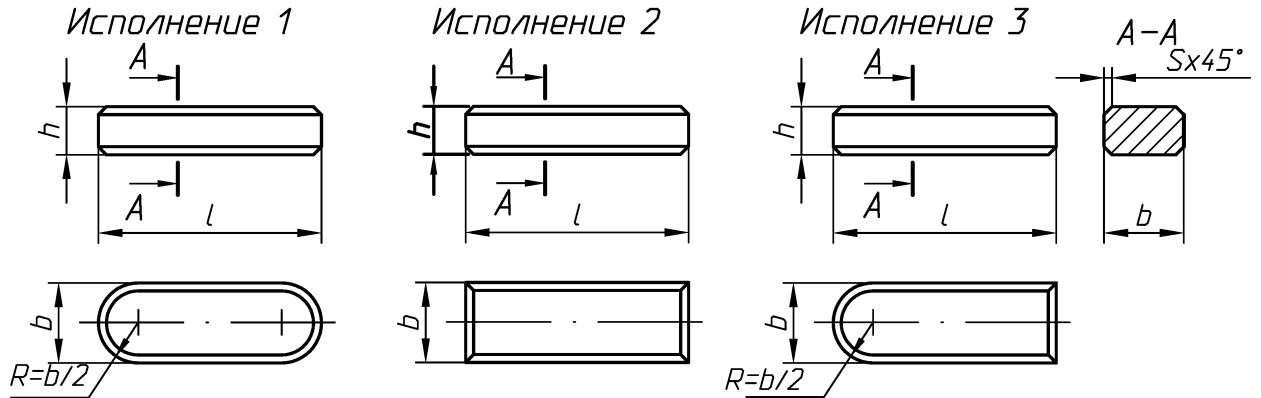


Рис. 2. Шпонки призматические 3-х исполнений

В данной работе рассматриваются два вида шпонок: призматические и сегментные.

Шпоночные соединения призматическими шпонками выполняются по ГОСТ 23360-78. Он устанавливает необходимые размеры и точность соединения.

Длины шпонок должны выбираться из ряда: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360 мм.

Изготавливаются шпонки из чистотянутой стали с временным сопротивлением разрыву не менее 590 МПа ( $60 \text{ кгс/мм}^2$ ). Размеры сечений пазов должны соответствовать размерам, указанным в таблице 1. При нанесении размеров следует учесть, что на рабочем чертеже должен проставляться один из размеров вала  $t_1$  (предпочтительный вариант) или  $d-t_1$ , а для втулки размер  $d+t_2$ .

В ответственных шпоночных соединениях сопряжение дна паза с боковыми сторонами выполняются по радиусу, величина и предельные отклонения которого должны указываться на рабочем чертеже (см. рис. 3 и табл. 1).

ГОСТ 24071-80 распространяется на шпоночные соединения с сегментными шпонками и устанавливает размеры и предельные отклонения сегментных шпонок и соответствующих им шпоночных пазов на валах и во втулках.

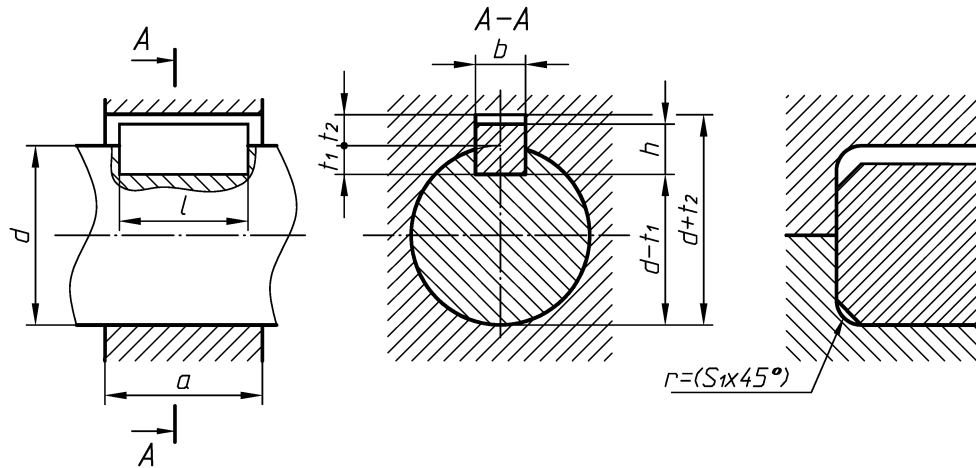


Рис. 3. Соединение призматической шпонкой

Таблица 1.

Размеры в мм

Диаметр вала $d$	Сечение шпонки $b \times h$	Глубина паза			
		Вал $t_1$	Втулка $t_2$	Радиус закругл. $r$ или фаска $S1 \times 45^\circ$	
		НОМИН.	НОМИН.	не более	не менее
От 6 до 8	2x2	1,2	1,0	0,16	0,08
СВ 8 до 10	3x3	1,8	1,4		
СВ 10 до 12	4x4	2,5	1,8	0,25	0,16
СВ 12 до 17	5x5	3,0	2,5		
СВ 17 до 22	6x6	3,5	2,8		
СВ 22 до 30	8x7	4,0	3,3	0,4	0,25
СВ 30 до 38	10x8	5,0	3,3		
СВ 38 до 44	12x8	5,0	3,3		
СВ 44 до 50	14x9	5,5	3,8		
СВ 50 до 58	16x10	6,0	4,3	0,6	0,4
СВ 58 до 65	18x11	7,0	4,4		
СВ 65 до 75	20x12	7,5	4,9		
СВ 75 до 85	22x14	9,0	5,4		
СВ 85 до 95	25x14	9,0	5,4		
СВ 95 до 110	28x16	10,0	6,4	1,0	0,7
СВ 110 до 130	32x18	11,0	7,4		
СВ 130 до 150	36x20	12,0	8,4		
СВ 150 до 170	40x22	13,0	9,4		
СВ 170 до 200	45x25	15,0	10,4		
СВ 200 до 230	50x28	17,0	11,4	1,6	1,2
СВ 230 до 260	56x32	20,0	12,4		
СВ 260 до 290	63x32	20,0	12,4		
СВ 290 до 330	70x36	22,0	14,4	2,5	2,0
СВ 330 до 390	80x40	25,0	15,4		
СВ 380 до 440	90x45	28,0	17,4		
СВ 440 до 500	100x50	31,0	19,5		

Сегментные шпонки применяются на валах небольшого диаметра (до 60 мм) и при ограниченной длине втулки. Шпонки применяются двух исполнений (рис. 4). Шпонки исполнения 2 имеют высоту  $h_1=0.8h$ .

ГОСТ 24071-80 устанавливает размеры шпонок и их предельные отклонения. Острые углы шпонок допускается притуплять фаской или радиусом до 0,16 мм.

Для сегментных шпонок применяется чистотянутая сталь ГОСТ 8786-68. Допускается применение другой стали с временным сопротивлением разрыву не менее 590 МПа ( $60\text{кгс/мм}^2$ ). Размеры сечений пазов и предельные отклонения глубины паза на валу и во втулке должны соответствовать размерам, указанным на рисунке 5 и в таблице 2.

В зависимости от принятой базы обработки и измерения на рабочем чертеже должны указываться один размер для вала  $t_1$  (предпочтительный вариант) или  $d-t_1$  и для втулки  $d+t_2$  (рис. 5, табл.2).

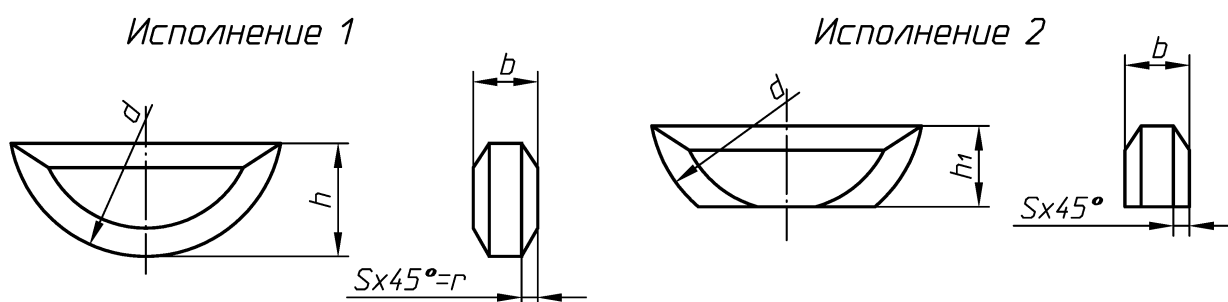


Рис. 4. Шпонки сегментные

В ответственных шпоночных соединениях сопряжение дна паза с боковыми сторонами (как и в соединениях с призматическими шпонками) выполняются по радиусу, величина и предельные отклонения которого должны указываться на рабочем чертеже.

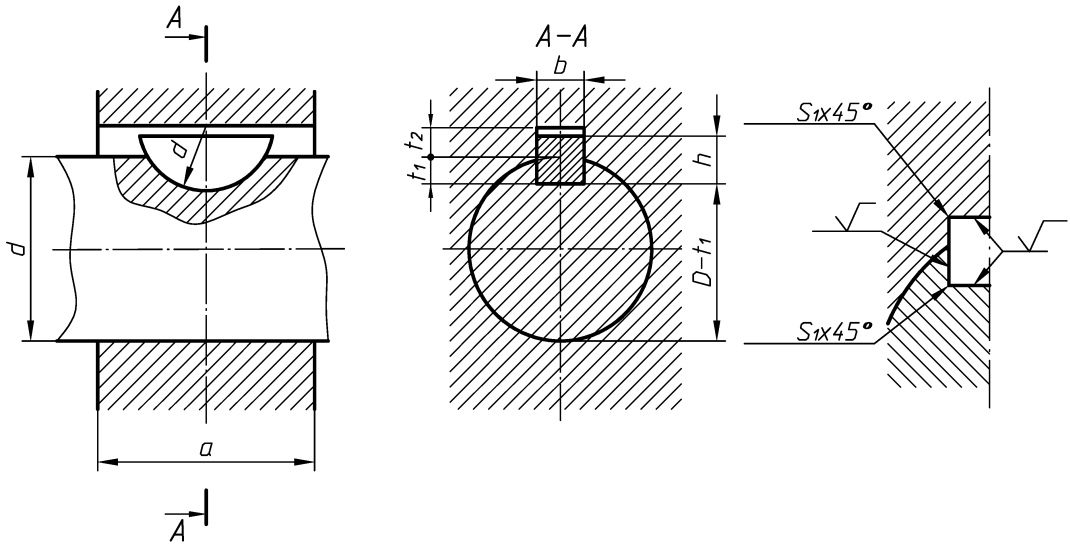


Рис. 5. Соединение сегментной шпонкой

Таблица 2.

Размеры в мм

Диаметр вала $d$		Размеры шпонки $b \times h \times d$	Шпоночный паз				
Назначение шпонки			Ширина $b$	Глубина		Фаски $S \times 45^\circ$ или радиус $r_1$	
Передача крутящих моментов	Фиксация элементов			Вал $t_1$	Втулка $t_2$	не менее	не более
		Номин.	Номин.				
От 3 до 4	От 3 до 4	1x1,4x4	1,0	1,0	0,6		
СВ 4 до 5	СВ 4 до 6	1,5x2,6x7	1,5	2,0	0,8	0,08	
СВ 5 до 6	СВ 6 до 8	2x2,6x7		1,8	1,0		
СВ 6 до 7	СВ 8 до 10	2x3,7x10	2,0	2,9	1,0		
СВ 7 до 8	СВ 10 до 12	2,5x3,7x10	2,5	2,7	1,2		
СВ 8 до 10	СВ 12 до 15	3x5x13		3,8	1,4	0,08	
СВ 10 до 12	СВ 15 до 18	3x6,5x16	3,0	5,3	1,4		
СВ 12 до 14	СВ 18 до 20	4x6,5x16		5,0	1,8		
СВ 14 до 16	СВ 20 до 22	4x7,5x19	4,0	6,0	1,8		
СВ 16 до 18	СВ 22 до 25	5x6,5x16		4,5	2,3		
СВ 18 до 20	СВ 25 до 28	5x7,5x19		5,5	2,3	0,16	
СВ 20 до 22	СВ 28 до 32	5x9x22	5,0	7,0	2,3		
СВ 22 до 25	СВ 32 до 36	6x9x22		6,5	2,8		
СВ 25 до 28	СВ 36 до 40	6x10x25	6,0	7,5	2,8		
СВ 28 до 32	СВ 40	8x11x28	8,0	8,0	3,3	0,25	
СВ 32 до 38	СВ 40	10x13x32	10,0	10,0	3,3	0,40	



## 1.2 Изображение шпоночных соединений

Шпоночные соединения изображаются на чертежах в продольных и поперечных разрезах. В продольном разрезе шпонки изображаются *не рассеченными*, а для вала применяют местный разрез. В поперечном сечении все три детали – вал, втулка и шпонка *показываются рассеченными* (см. рисунки 3, 5).

## 1.3 Обозначение шпонок.

В условных обозначениях призматических шпонок указывается слово «Шпонка», вид исполнения, размеры поперечного сечения « $b \times h$ », длина шпонки « $l$ » и ГОСТ. Первый вид исполнения шпонок, наиболее часто применяемый в практике, не указывается.

### *Примеры условного обозначения:*

Шпонка призматическая 1-го исполнения (со скругленными торцами) с размерами  $b=18$  мм,  $h=11$  мм,  $l=100$  мм.

*Шпонка 18x11x100 ГОСТ 23360-78*

то же исполнения 2 (с плоскими торцами)

*Шпонка 2-18x11x100 ГОСТ 23360-78.*

В условных обозначениях сегментных шпонок указывается вид исполнения, сечение « $b \times h$ » и ГОСТ (исполнение 1 – по умолчанию).

Пример условного обозначения шпонки сегментной исполнения 1 с размерами  $b=5$  мм,  $h=6,5$  мм:

*Шпонка 5x6,5 ГОСТ 24071-80*

то же исполнения 2

*Шпонка 2-5x6,5 ГОСТ 24071-80.*

## 2. ЗУБЧАТОЕ (ШЛИЦЕВОЕ) СОЕДИНЕНИЕ

Соединение, осуществляемое при помощи зубьев (шлицев) и впадин (пазов), выполненных на валу (рис.6, *а*) и в отверстии втулки (рис.6, *б*), называется зубчатым (шлицевым) соединением (рис. 6, *в*).

Это соединение аналогично шпоночному, но имеет большее количество выступов, играющих роль шпонок. Такое соединение способно передавать большие мощности, лучше осуществляет общее центрирование втулки и вала и их осевое перемещение, имеет меньшие радиальные габариты. Поэтому его применяют в ответственных конструкциях машиностроения.

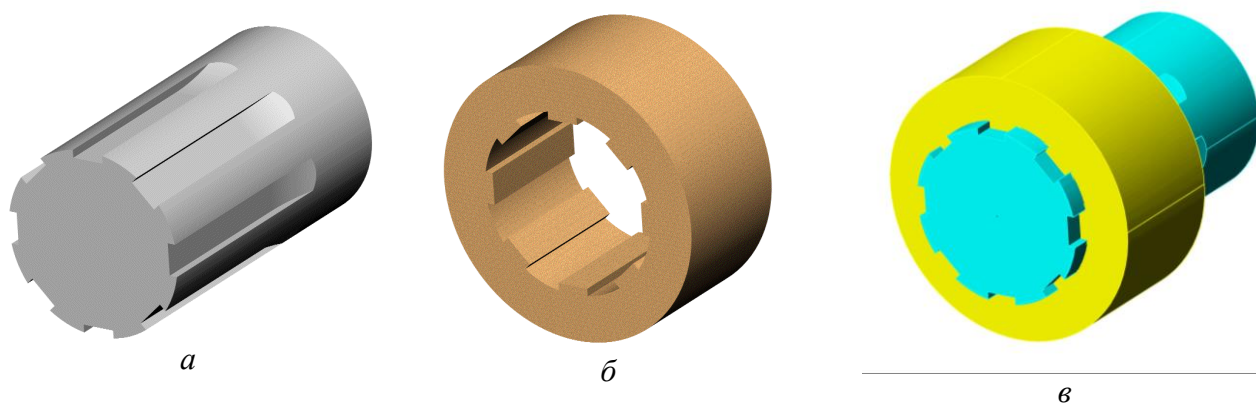


Рис. 6. Наглядные изображения деталей со шлицами:  
*а* – вал; *б* – втулка; *в* – в соединении

По форме поперечного сечения различают зубья: *прямобоочные* (рис. 7, *а*), *эвольвентные* (рис. 7, *б*) и *треугольные* (рис. 7, *в*).

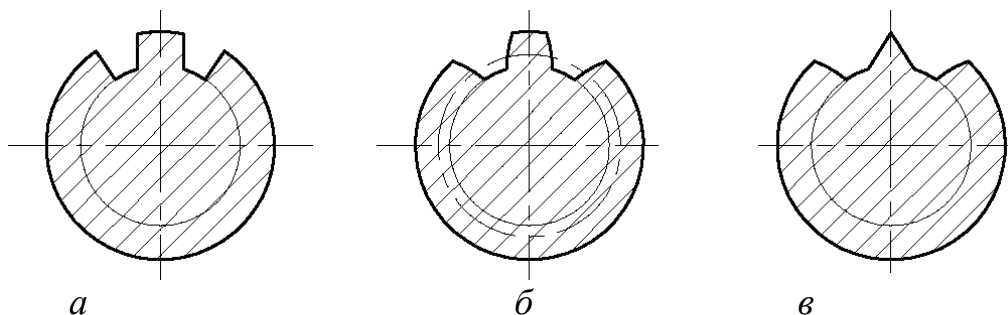


Рис. 7. Форма профиля зубьев:  
*а* – прямобоочная ; *б* – эвольвентная; *в* – треугольная

### 2.1. Изображения шлицевых соединений

Условные изображения зубчатых валов, отверстий и их соединений, а также правила выполнения рабочих чертежей шлицевых валов и отверстий устанавливает ГОСТ 2.409-74.

На чертежах образующие поверхности выступов и их окружности изображаются сплошными основными линиями. Образующие поверхности впадин и их окружности изображаются на видах тонкими сплошными линиями, на разрезах – основными сплошными (рис. 7, 8, 9).

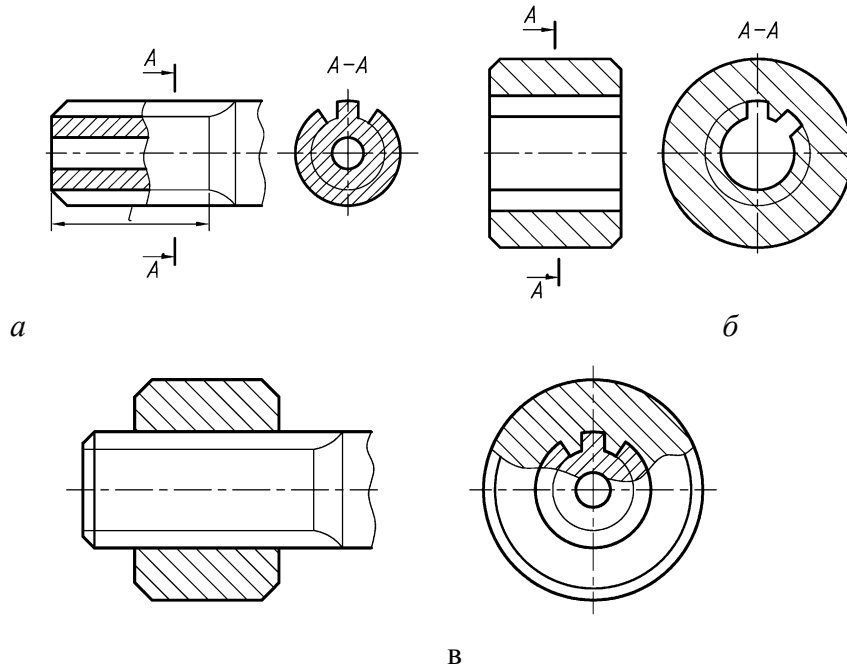


Рис. 8. Изображение шлицевых деталей с прямоугольным профилем зуба:  
а – вал; б – втулка; в – в соединении

Делительные окружности для эвольвентных профилей показывают штрихпунктирной линией.

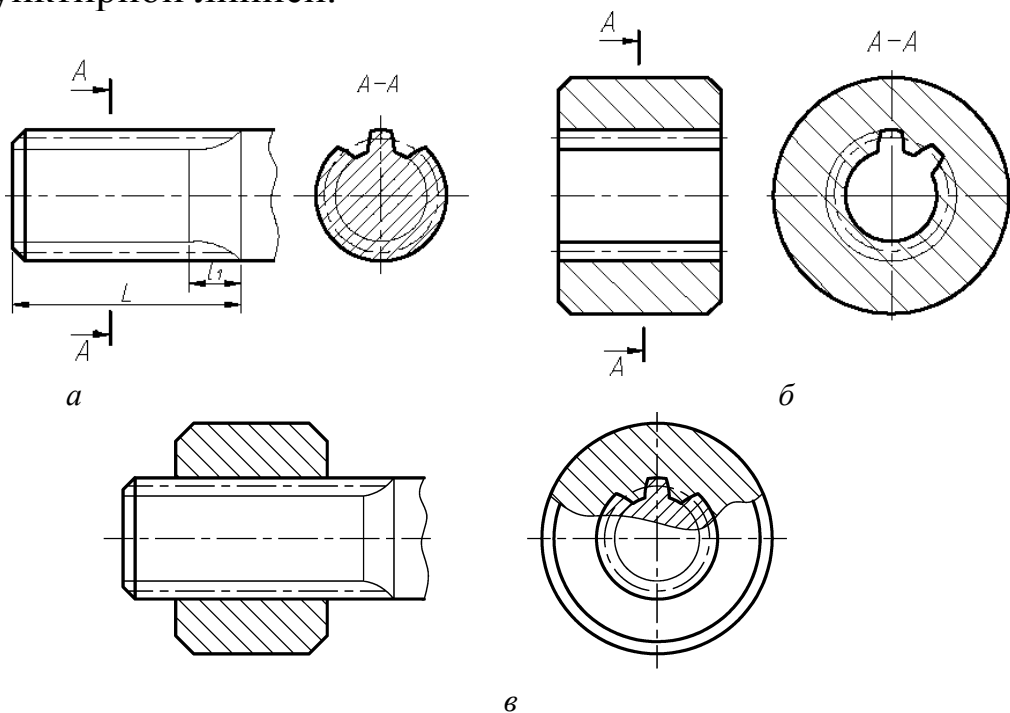


Рис. 9. Изображение шлицевых деталей с эвольвентным профилем зуба:  
а – вал; б – втулка; в – в соединении

На плоскости, перпендикулярной к оси зубчатого вала и отверстия, изображают профиль одного зуба (выступа) и двух впадин. При необходимости можно показывать большее число зубьев и впадин без фасок, канавок и закруглений.

На изображениях зубчатых валов указывают длину зубьев полного профиля  $l$  до сбега (см. рис. 8, *a*). Допускается при необходимости указывать полную длину  $L$  и длину сбега  $l_1$  (см. рис. 9, *a*).

## 2.2. Обозначение шлицевых соединений

Все обозначения шлицевых соединений наносятся параллельно основной надписи чертежа над полкой линии-выноски. Стрелки линии-выноски упираются в наружный диаметр вала на одной из проекций.

Шлицевые соединения с прямобочным профилем зубьев выполняются по ГОСТ 1139-80.

В *условных обозначениях* прямобочного профиля указывается система центрирования втулки относительно вала, число зубьев « $z$ », внутренний диаметр « $d$ », наружный диаметр « $D$ », ширина зуба « $b$ » и предельные отклонения.

Центрирование (полный контакт поверхности выступа с впадиной) может осуществляться по одному из трех способов: по наружному диаметру (рис. 10, *a*), по внутреннему диаметру (рис. 10, *б*) и по боковым сторонам (рис. 10, *в*).

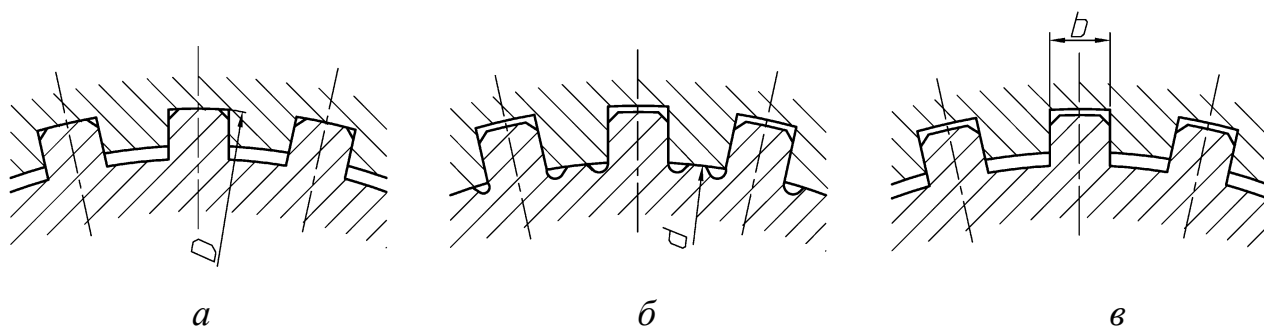


Рис. 10. Способы центрирования:

*a* – по внешнему диаметру; *б* – по внутреннему диаметру; *в* – по боковым сторонам

Рассмотрим примеры условных обозначений шлицевых соединений с прямобочным профилем в зависимости от способа центрирования:

по наружному диаметру

$D - 8 \times 36 \times 40 \times 7$  ГОСТ 1139-80

по внутреннему диаметру

$$d - 8 \times 36 \times 40 \times 7 \text{ ГОСТ } 1139-80$$

по боковым граням

$$b - 8 \times 36 \times 40 \times 7 \text{ ГОСТ } 1139-80$$

Предельные отклонения на учебных чертежах можно не указывать.

В условном обозначении эвольвентного профиля указывается: номинальный диаметр соединения « $D$ », модуль « $m$ », предельные отклонения и ГОСТ. Выполняются эвольвентные соединения в соответствии с ГОСТ 6033-80.

Пример условного обозначения шлицевых соединений с эвольвентным профилем диаметром 50 мм, модулем 2 мм с центрированием по боковым сторонам:

$$50 \times 2 \text{ ГОСТ } 6033-80$$

### 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «СОЕДИНЕНИЯ РАЗЪЕМНЫЕ»

В работе требуется выполнить соединение деталей шпонкой и шлицевое соединение (рис. 11).

*Соединение шпоночное*

Исходные данные (см. табл. 5)

- диаметр вала;
- длина ступицы;
- ГОСТ шпонки (призматической или сегментной)

*Задание:*

1) выполнить шпоночное соединение в продольном и поперечном разрезе;

2) выполнить сечение вала и сечение втулки;

3) нанести размеры (см. образец на рис. 11);

4) записать условное обозначение шпонки

*Соединение шлицевое*

Исходные данные (см. табл. 5)

- число зубьев;
- внутренний диаметр;
- наружный диаметр;
- ширина зуба;

- длина ступицы колеса для всех вариантов одинакова и равна 70 мм.

*Задание:*

1) выполнить шлицевое соединение с прямобочным профилем в продольном и поперечном разрезе (в учебных целях показать шлицевой вал, входящим на половину длины ступицы);

2) систему центрирования выбрать самостоятельно;

3) начертить шлицевой конец вала;

4) записать условное обозначение шлицевого соединения.

### 3.1. Вычерчивание соединения шпонкой

Предположим, что в задание дано:

1. Шпонка по ГОСТ 23360-78.

2. Диаметр вала  $d=25$  мм.

3. Длина ступицы детали (зубчатого колеса)  $a=38$  мм.

Из таблиц 1 в соответствии с ГОСТ 23360-78 по заданному параметру  $d$  подбираем размеры шпонки:

для вала диаметром свыше 22 до 30 мм выбираем сечение шпонки шириной  $b=8$  мм и высоту  $h=7$  мм.

Длину шпонки выбираем из ряда длин шпонок, предусмотренных ГОСТом (см. раздел 1.1).

*В учебных целях* рекомендуется брать  $l$  на 3...8 мм меньше длины « $a$ » ступицы детали. Следовательно,  $l$  принимаем равным 32 мм.

Глубину шпоночного паза на валу и на втулке выбираем из табл. 1. На валу  $t_1=4$  мм и на втулке  $t_2=3.3$  мм. Пример выполнения графической работы «Соединения разъемные» показан на рисунке 11.

Выбор сегментной шпонки производится аналогично. В зависимости от  $d$  вала из табл. 2 подбираем размеры шпонки:  $b \times h \times d$  и размеры шпоночного паза  $t_1$  и  $t_2$ . Изображение соединения должно соответствовать изображению на рисунке 5.

### 3.2. Вычерчивание шлицевого соединения

Студент, в соответствии со своим вариантом, выбирает все параметры соединения, например:  $Z=8$ ,  $d=52$ ,  $D=58$ ,  $b=10$ .

Систему центрирования студент выбирает самостоятельно и указывает в условном обозначении на чертеже.

Пример выполнения задания по шлицевому соединению показан на рис. 11.



#### 4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Таблица 5

Номер вари- анта	Соединение шпонкой			Соединение шлицевое ГОСТ 1139-80			
	Диаметр вала	ГОСТ шпонки (см. приме- чание)	Длина ступицы	Номинальные размеры			Ширина зуба
				Число зубьев	Внут- ренний диаметр	Наруж- ный диаметр	
№	$d$		$a$	$z$	$d$	$D$	$b$
1	100	1	120	6	23	26	6
2	18	2	45		26	30	6
3	110	1	120		28	32	7
4	10	2	35	8	32	36	6
5	80	1	90		36	40	7
6	11	2	38		42	46	8
7	50	1	80		46	50	9
8	12	2	38		52	58	10
9	75	1	90		56	62	10
10	13	2	38		62	68	12
11	85	1	90	10	72	78	12
12	14	2	38		82	38	12
13	63	1	70		92	98	14
14	15	2	40		102	108	16
15	60	1	64		112	120	18
16	16	2	40	6	21	25	5
17	16	1	60		23	28	6
18	56	2	45		26	32	6
19	17	1	50		28	34	7
20	18	1	45	8	32	38	6
21	48	2	50		36	42	7
22	19	1	46		42	48	8
23	45	2	50		46	54	9
24	20	1	46		52	60	10
25	42	2	46		56	65	10
26	21	1	45		62	72	12
27	38	2	40	10	72	82	12
28	22	1	48		82	92	12
29	36	2	48		92	102	14



Номер варианта	Соединение шпонкой			Соединение шлицевое ГОСТ 1139-80			
	Диаметр вала	ГОСТ шпонки (см. примечание)	Длина ступицы	Номинальные размеры			Ширина зуба
				Число зубьев	Внутренний диаметр	Наружный диаметр	
30	24	1	48		102	112	16
31	34	2	48		112	125	18
32	25	1	58	10	21	26	3
33	32	2	40		23	25	4
34	26	1	60		26	32	4
35	30	2	50		28	35	4
36	28	1	60		32	40	5
37	25	2	35		36	45	4
38	30	1	62		42	52	6
39	20	1	30		46	56	7
40	32	2	60	16	52	60	5
41	16	1	24		56	65	5
42	34	2	70		62	72	6
43	10	1	20		72	82	7
44	36	2	74	20	82	92	6
45	100	1	140		92	102	7
46	38	2	80		102	115	8
47	110	1	140		112	125	9
48	40	2	22	6	23	26	6
49	110	1	160		26	30	6
50	42	2	160		28	32	7

Примечание:

- 1 (для нечетных вариантов) – шпонки призматические ГОСТ 23360-78.  
 2 (для четных вариантов) – шпонки сегментные ГОСТ 24071-80.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). ГОСТ 2.409-74, ГОСТ1139-80, ГОСТ6033-80, ГОСТ23360-78, ГОСТ24071-80
2. Анурьев В.И. . Справочник конструктора-машиностроителя. М.: «Машиностроение», 2001. Т. 1 – 920 с.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – М.: Высшая школа, 2003. 493 с.
4. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. – М.: Высшая школа, 2006. – 435 с.
5. Чекмарев А.А. Инженерная графика. – М.: Высшая школа, 2006. – 365с.
6. Инженерная графика. Основы разработки, оформления и обращения графической и текстовой документации. Кн. 3. Машиностроительное черчение: Атлас / Под общ. ред. П.Н. Учаева: Курск. гос. техн. ун-т, Москва-Курск, 2004. – 264 с.
7. Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика: учебник: в 3 т. – Т2: Машиностроительное черчение/ П.Н.Учаев, В.И.Якунин, С.Г.Емельянов и др.; под общ. Ред. П.Н.Учаева и В.И.Якунина, Курск. гос. тех. ун-т. – М: Издательский центр «Академия», 2008. – 344 с.