

# **Взаимозаменяемость шпоночных и шлицевых соединений**

**Алфёрова Екатерина Александровна**

**доцент кафедры ТМС ЮТИ ТПУ, к.ф.-м.н.**

# Шпоночные соединения

Шпоночные соединения предназначены для соединения с валами зубчатых колес, шкивов, маховиков, муфт и других деталей и служат для передачи крутящих моментов.

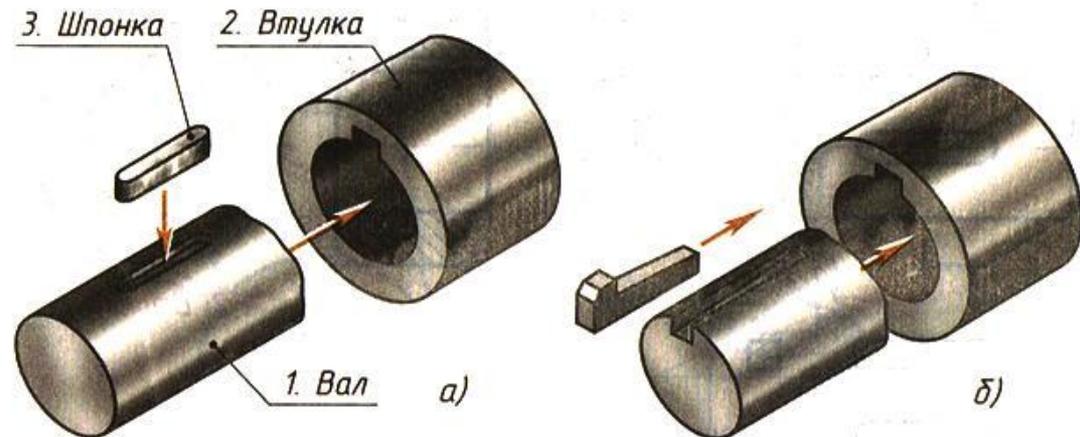
Наиболее часто применяются соединения с призматическими шпонками.

## Достоинства шпоночных соединений:

- простота конструкции,
- легкость монтажа и демонтажа,
- низкая стоимость.

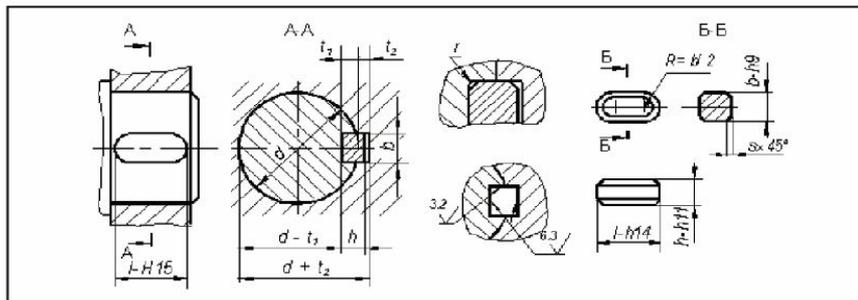
## Недостатки шпоночных соединений:

- шпоночные пазы ослабляют прочность вала и ступицы,
- конструкция напряжений, возникающих в зоне шпоночного паза, снижает сопротивление усталости.



# Шпоночные соединения

## Основные размеры соединений с призматическими шпонками



Диаметр вала $d$ , мм	Номинальный размер шпонки, мм		Номинальный размер паза, мм				
	$b \times h$	Фаска $S$		Глубина		Радиус $r$	
		max	min	На валу $t_1$	На втулке $t_2$	max	min
От 6 до 8	2 × 2			1.2	1.0		
Св. 8 до 10	3 × 3	0.25	0.16	1.8	1.4	0.16	0.08
Св. 10 до 12	4 × 4			2.5	1.8		
Св. 12 до 17	5 × 5			3.0	2.3		
Св. 17 до 22	6 × 6	0.40	0.25	3.5	2.8	0.25	0.16
Св. 22 до 30	7 × 7			4.0	3.3		
Св. 22 до 30	8 × 7			4.0	3.3		
Св. 30 до 38	10 × 8			5.0	3.3		
Св. 38 до 44	12 × 8			5.0	3.3		
Св. 44 до 50	14 × 9	0.60	0.40	5.5	3.8	0.40	0.25
Св. 50 до 58	16 × 10			6.0	4.3		
Св. 58 до 65	18 × 11			7.0	4.4		
Св. 65 до 75	20 × 12			7.5	4.9		
Св. 75 до 85	22 × 14			9.0	5.4		
Св. 85 до 95	25 × 14	0.80	0.60	9.0	5.4	0.60	0.40
Св. 95 до 110	28 × 15			10.0	6.4		
Св. 110 до 130	32 × 18			11.0	7.4		
Св. 130 до 150	36 × 20			12.0	8.4		
Св. 150 до 170	40 × 22	1.2	1.00	13.0	9.4	1.0	0.7
Св. 170 до 200	45 × 25			15.0	10.4		
Св. 200 до 230	50 × 28			17.0	11.4		

### Д и м е ч а н и я

1. Длина шпонок должна 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.
2. Материал - сталь с временным сопротивлением разрыву не менее 590 МН/м<sup>2</sup> (60 кгс/мм<sup>2</sup>).
3. На рабочем чертеже проставляется один размер для вала  $t_1$  (предпочтительный вариант) и для втулки  $d + t_2$ .
4. В обоснованных случаях (пустотелые валы, передача пониженных крутящих моментов и т.п.) допускается применять меньшие размеры сечений стандартных шпонок.
5. Пример условного обозначения шпонки исполнения 1 (с радиусом закруглений  $R = b/2$ ) с размерами  $b = 18$  мм,  $h = 11$  мм,  $l = 100$  мм: Шпонка 18 × 11 × 100 ГОСТ 23360-78\*.

Размеры, допуски, посадки и предельные отклонения соединений с призматическими шпонками установлены ГОСТ 23360-78\*.

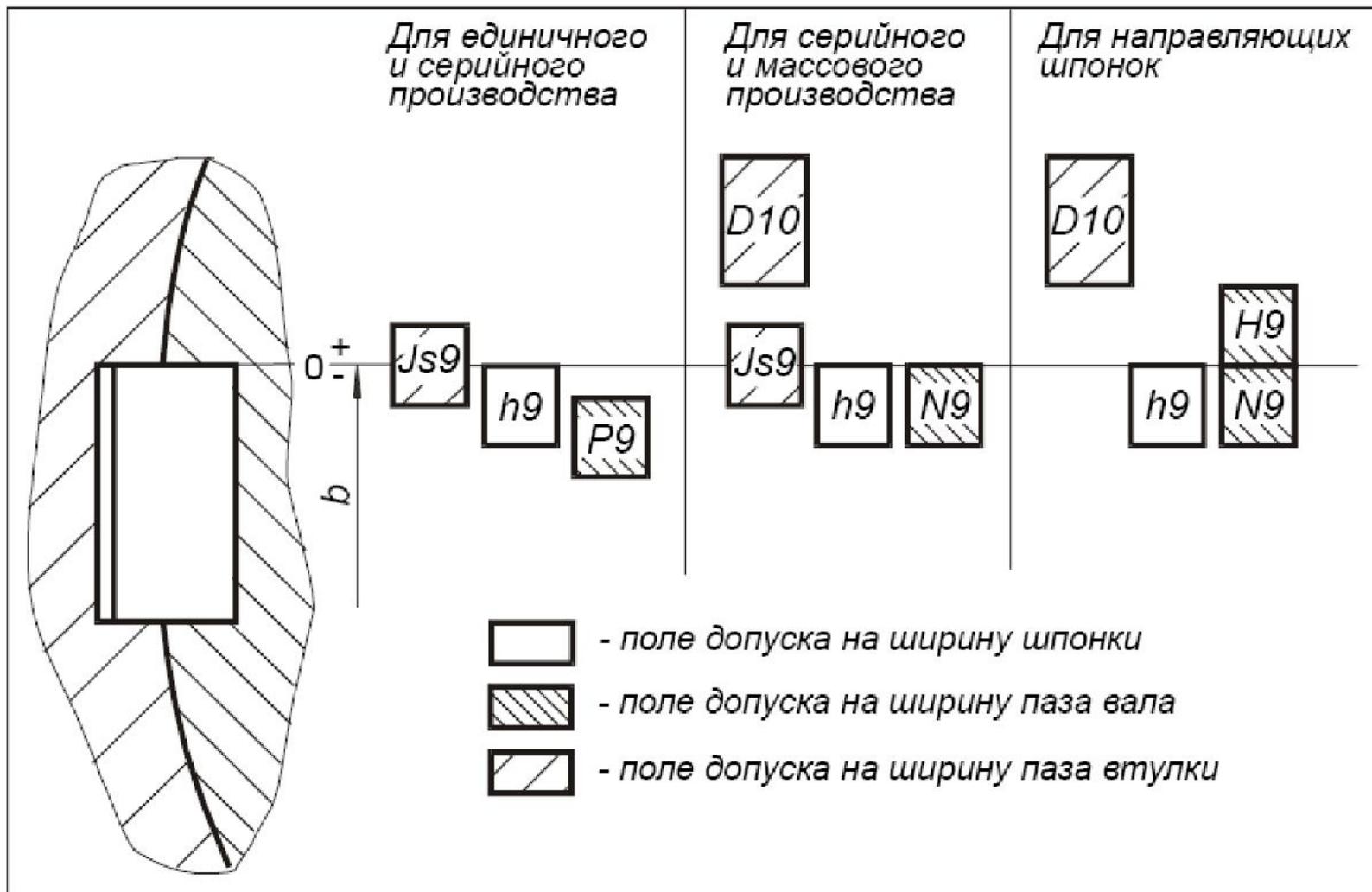
# Предельные отклонения и посадки шпоночных соединений

Стандартом установлены поля допусков по ширине шпонки и шпоночных пазов  $b$  для свободного, нормального и плотного соединений

Элемент соединения	Поле допусков размера $b$ при соединении		
	свободном	нормальном	плотном
Ширина шпонки	$h9$	$h9$	$h9$
Ширина паза на валу	$H9$	$N9$	$P9$
Ширина паза на втулке	$D10$	$Js9$	$P9$

Для ширины пазов вала и втулки допускаются любые сочетания указанных полей допусков.

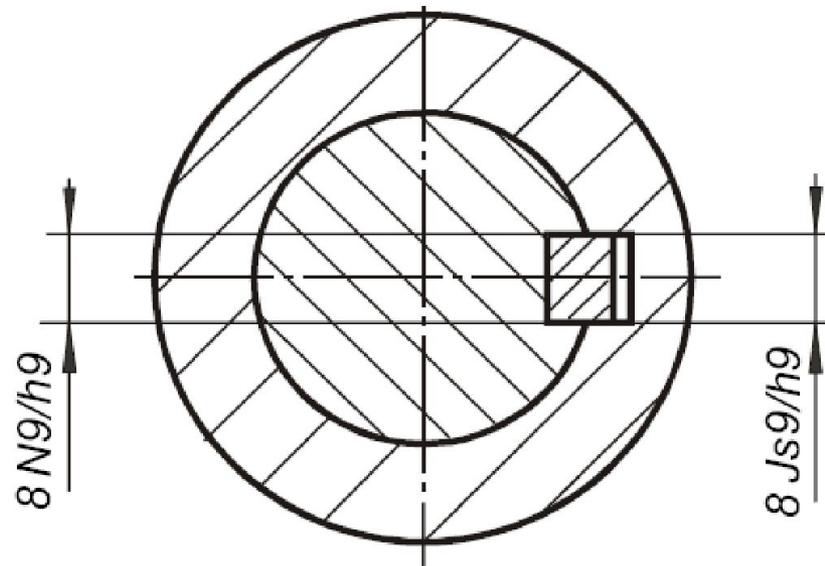
## Рекомендуемые посадки



## Пределные отклонения на глубину пазов

Высота шпонки $h$ , мм	От 2 до 6	От 6 до 18	От 18 до 50
Пределные отклонения на глубину паза на валу $t_1$ (или $d - t_1$ ), и во втулке $t_2$ (или $d + t_2$ ), мм	+0.1 0	+0.2 0	+0.3 0

Пример простановки посадок шпоночного сопряжения



# Шлицевые соединения

## Достоинства шлицевых соединений:

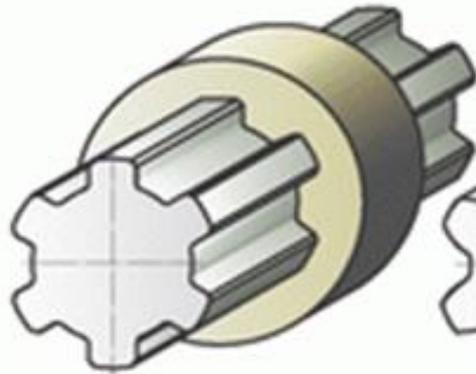
- лучше центруются;
- уменьшается число деталей соединения;
- повышенная прочность соединения;
- уменьшенная длина ступицы;
- высокая прочность при динамических нагрузках.

## Недостатки шлицевых соединений:

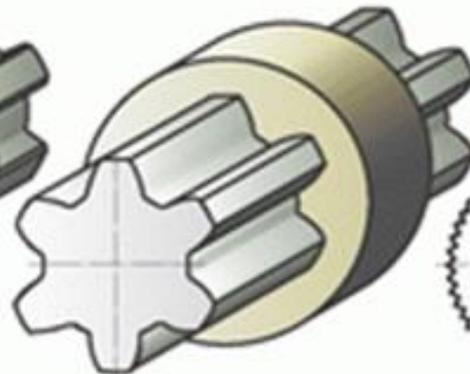
- более сложная технология изготовления по сравнению со шпоночными соединениями;
- высокая стоимость.

### ЗУБЧАТЫЕ (ШЛИЦЕВЫЕ) СОЕДИНЕНИЯ

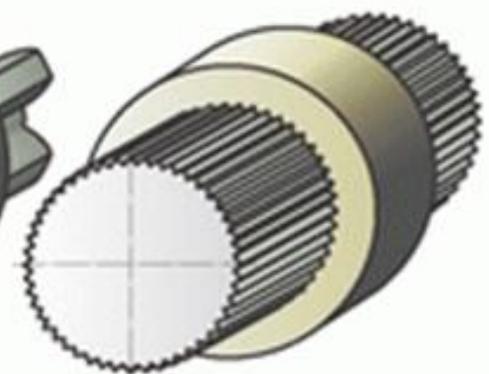
С прямобочными зубьями



С эвольвентными зубьями



С треугольными зубьями

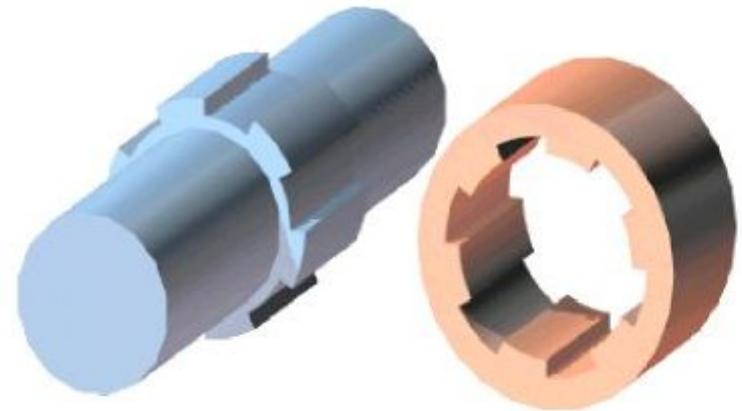


# Соединения шлицевые прямобоочные. Основные параметры

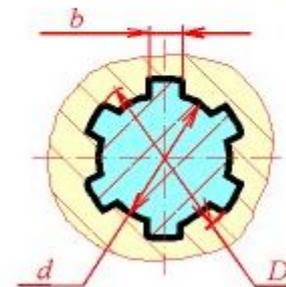
Шлицевые соединения с прямобоочным профилем зубьев применяются для подвижных и неподвижных соединений. К основным параметрам относятся:

- •  $D$  – наружный диаметр;
- •  $d$  – внутренний диаметр;
- •  $b$  – ширина зуба.

По ГОСТ 1139-80\* в зависимости от передаваемого крутящего момента установлено три типа соединений – легкой, средней и тяжелой серии.



Пространственная модель

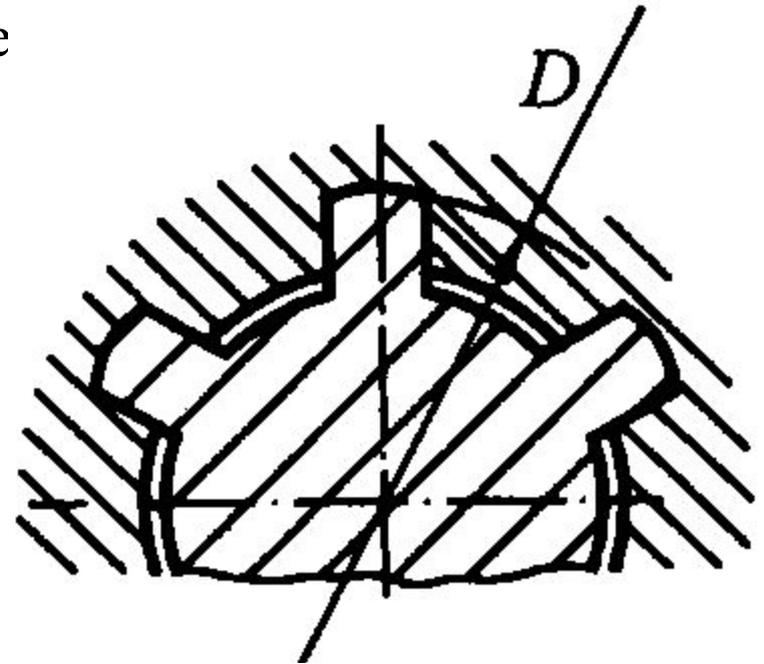


*По форме профиля выступов различают прямобоочные, трапециевидные, треугольные и эвольвентные зубчатые соединения*

Сечение прямобоочного шлицевого соединения

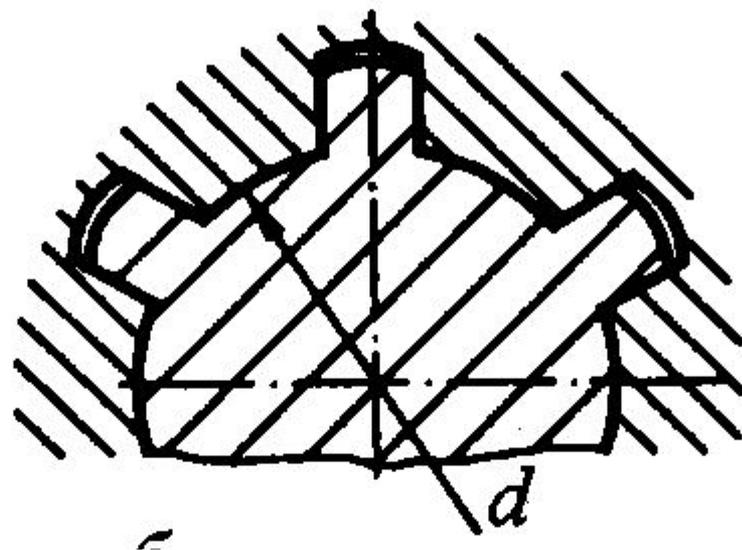
## Виды центрирования

Центрирование по  $D$  рекомендуется при повышенных требованиях к соосности элементов соединения, когда твердость втулки не слишком высока и допускает обработку чистовой протяжкой, а вал обрабатывается фрезерованием и шлифуется по наружному диаметру  $D$ . Применяется центрирование в подвижных и не подвижных соединениях.



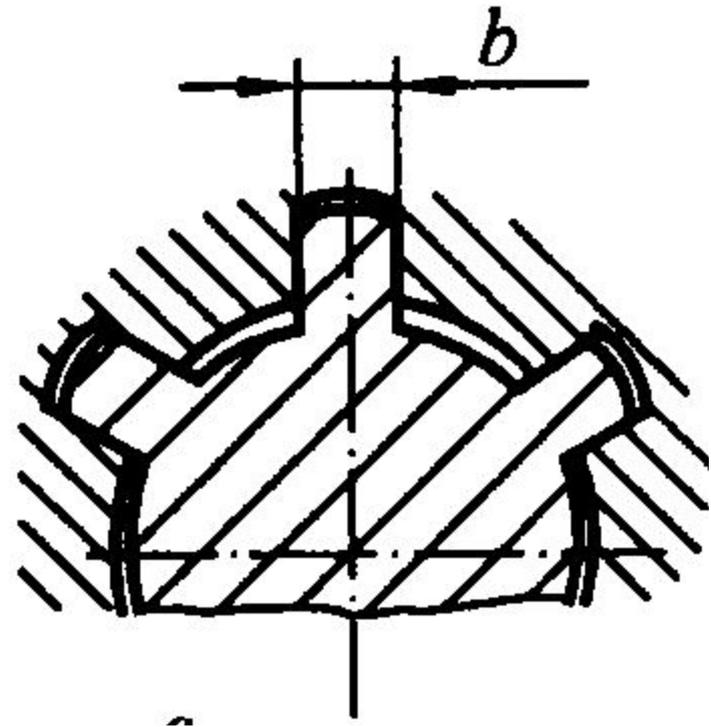
## Виды центрирования

Центрирование по  $d$  применяется в тех же случаях, что и центрирование по  $D$ , но при твердости втулки, не позволяющей обрабатывать ее протяжкой. Такое центрирование является наименее экономичным.

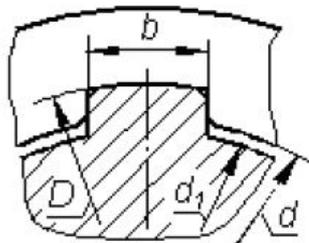
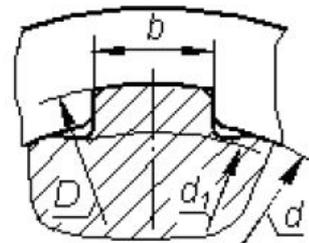
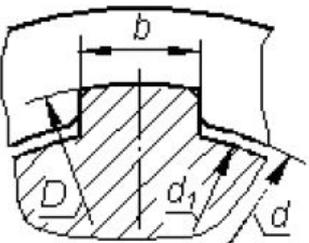


## Виды центрирования

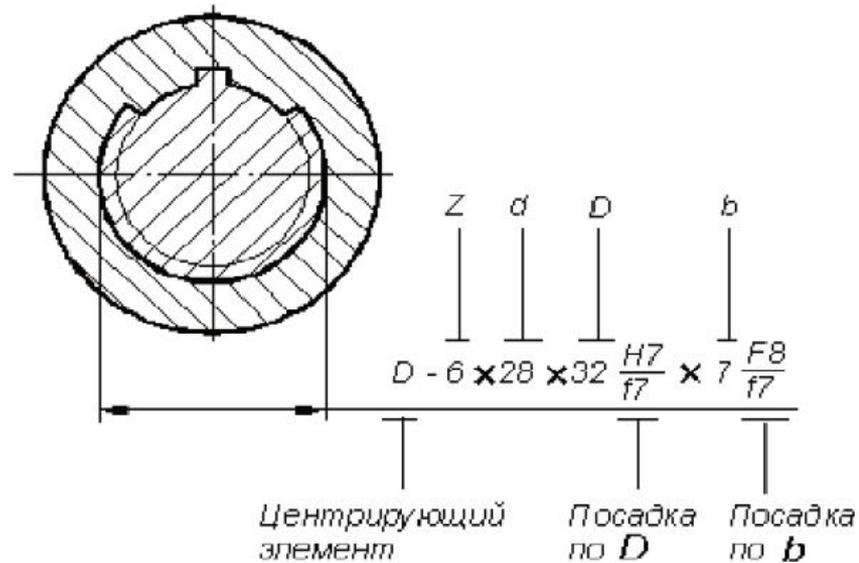
Центрирование по  $b$  используют, когда не требуется высокой точности центрирования, при передаче значительных крутящих моментов.



# Посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем зуба

Чертеж сопряжения									
Центрирующий элемент	Центрирование по D			Центрирование по d			Центрирование по b		
Посадки	По d	По D	По b	По d	По D	По b	По d	По D	По b
Подвижное сопряжение	—	$\frac{H7}{f7}$ $\frac{H7}{g6}$ $\frac{H8}{e8}$	$\frac{F8}{f7}$ $\frac{F8}{f8}$ $\frac{D9}{h9}$	$\frac{H7}{f7}$ $\frac{H7}{g6}$ $\frac{H8}{e8}$	$\frac{H12}{a11}$	$\frac{D9}{h9}$ $\frac{F8}{f8}$ $\frac{F8}{f7}$	—	$\frac{H12}{a11}$	$\frac{F8}{f8}$ $\frac{D9}{e8}$ $\frac{D9}{f8}$
Неподвижное сопряжение	—	$\frac{H7}{js6}$ $\frac{H7}{n6}$	$\frac{F8}{f7}$ $\frac{F8}{f8}$ $\frac{F8}{js7}$	$\frac{H7}{js6}$ $\frac{H7}{js7}$ $\frac{H7}{n6}$	$\frac{H12}{a11}$	$\frac{F8}{js7}$ $\frac{D9}{h9}$ $\frac{D9}{k7}$	—	$\frac{H12}{a11}$	$\frac{F8}{js7}$ $\frac{D9}{js7}$ $\frac{D9}{k7}$
<p>Примечания.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кроме указанных посадок, допускаются и другие (см. ГОСТ 1139-80*).</li> <li>2. Посадки, заключенные в рамку, являются предпочтительными.</li> </ol>									

## Пример обозначения



Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по  $D$ :

для соединения:  $D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H7}{f7} \times 7 \frac{F8}{f7}$ ;

для отверстия этого соединения:  $D - 8 \times 36 \times 40 H7 \times 7 F8$ ;

для вала:  $D - 8 \times 36 \times 40 f7 \times 7 f7$ .

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по  $d$ :

для соединения:  $d - 8 \times 36 \frac{H7}{f7} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{h9}$ ;

для отверстия этого соединения:  $d - 8 \times 36 H7 \times 40 H12 \times 7 D9$ ;

для вала:  $d - 8 \times 36 f7 \times 40 a11 \times 7 h9$ .

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по  $b$ :

для соединения:  $b - 8 \times 36 \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$ ;

для отверстия этого соединения:  $b - 8 \times 36 \times 40 H12 \times 7 D9$ ;

для вала:  $b - 8 \times 36 \times 40 a11 \times 7 f8$ .