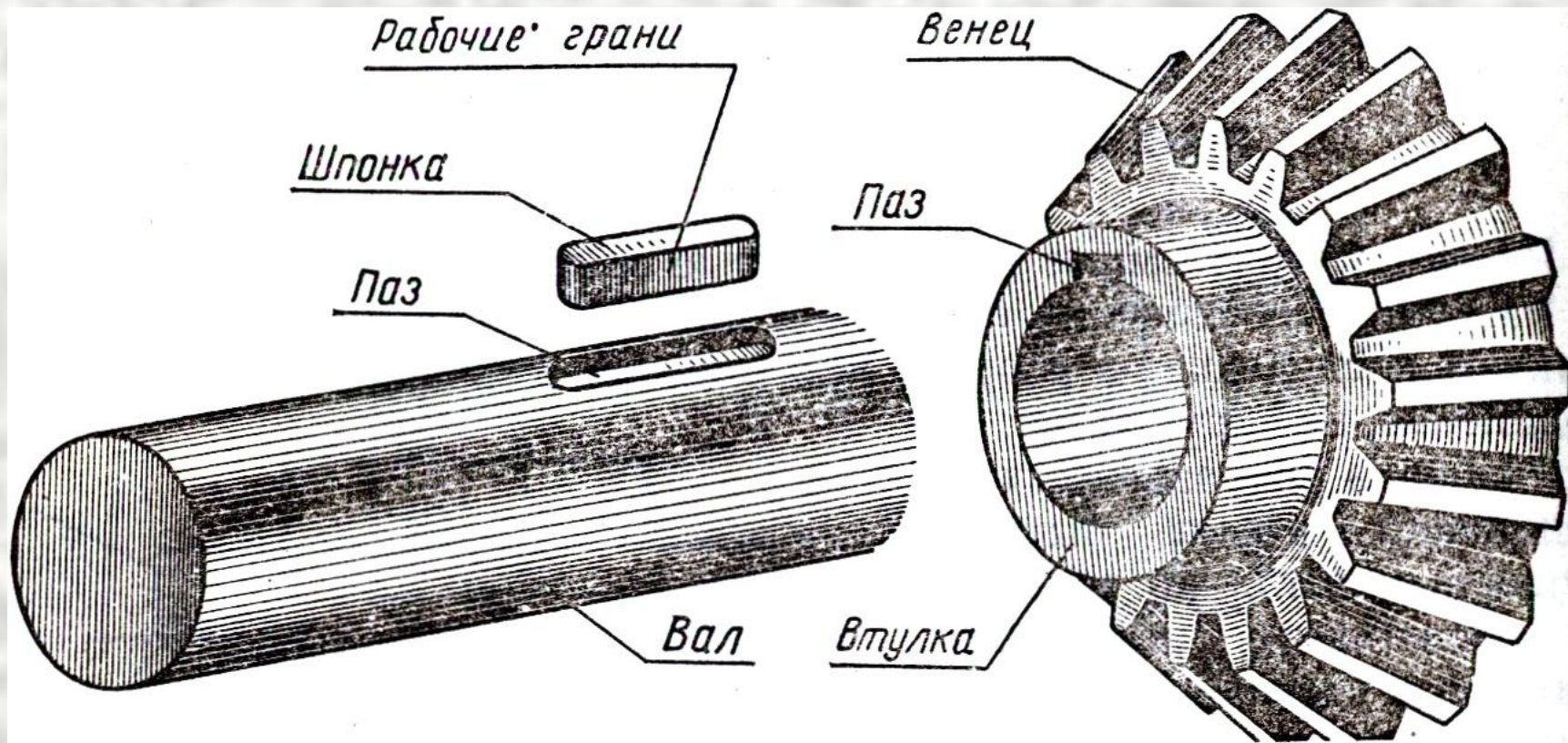
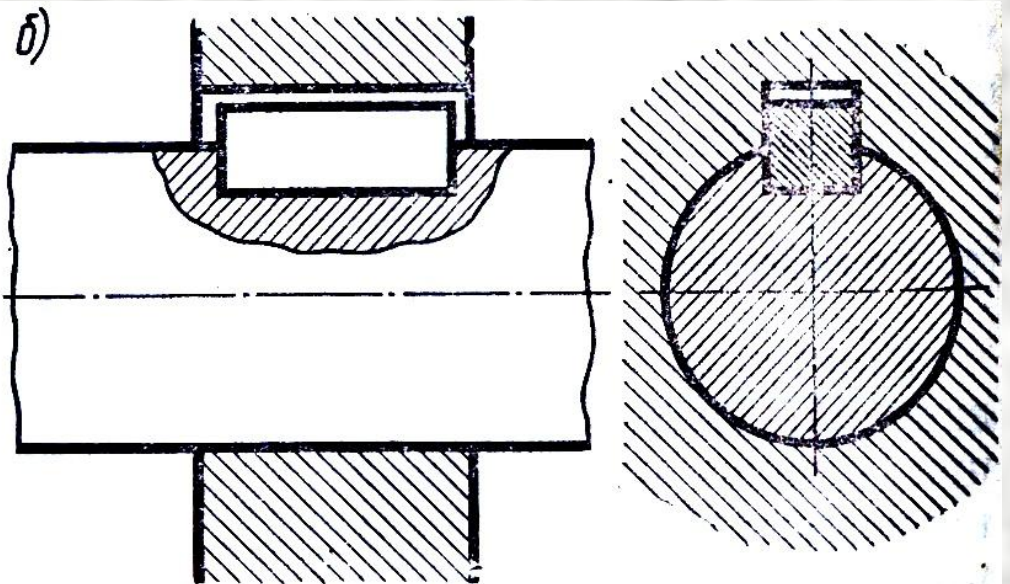
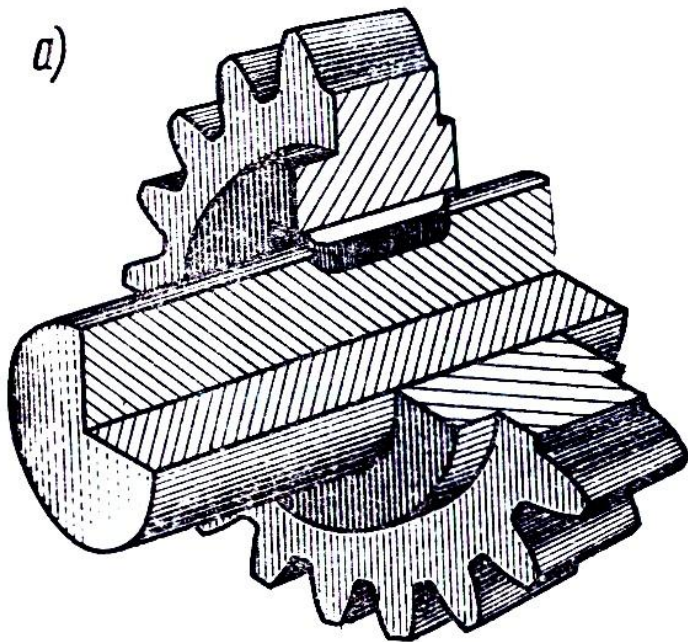


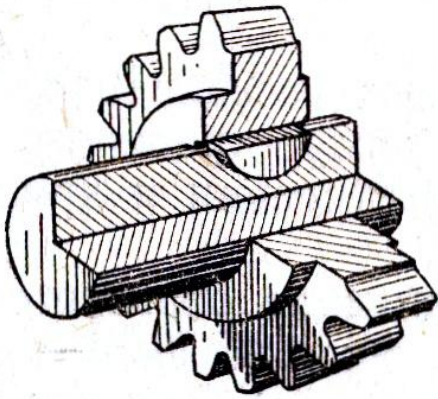
# Шпоночные соединения



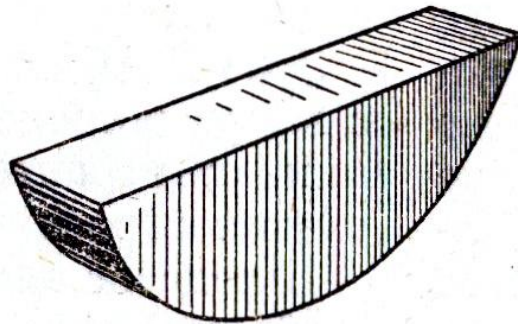
# Шпоночные соединения



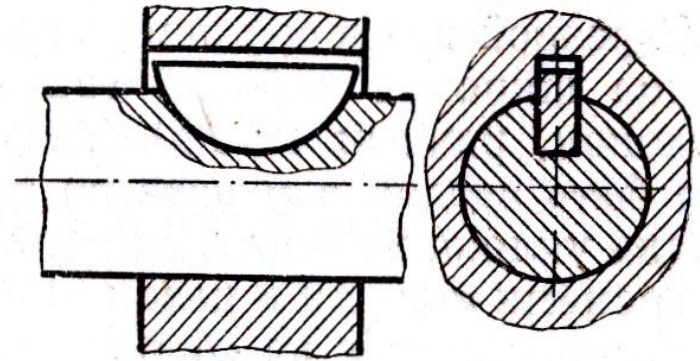
# Шпоночные соединения



a)

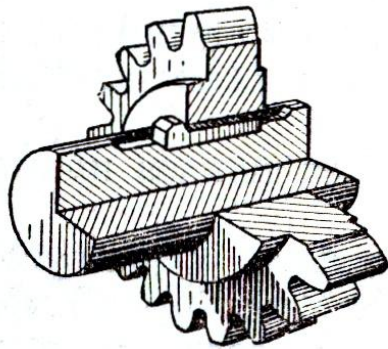


б)

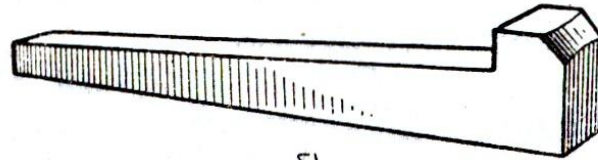


в)

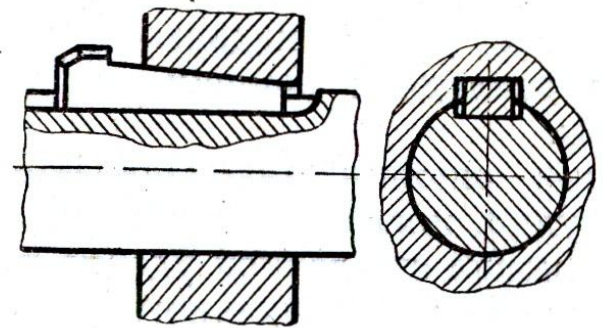
# Шпоночные соединения



а)

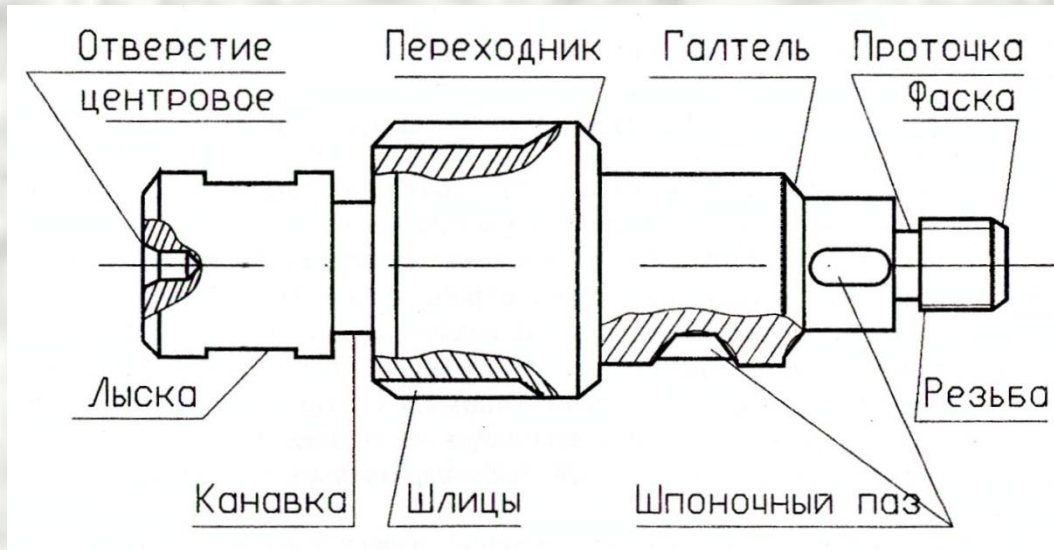


б)



в)

# Конструктивные и технологические элементы вала



Элементы вала:

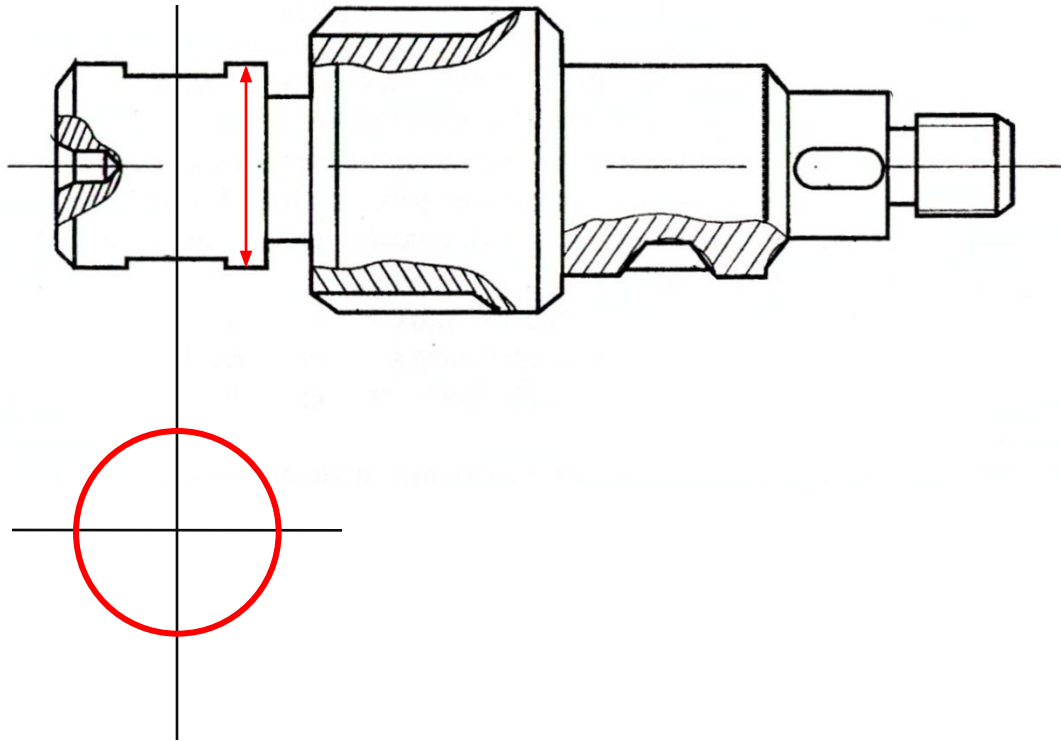
- Лыска** – плоский срез на поверхности вращения;
- Фаска** – скошенная кромка стержня, отверстия;
- Паз** – углубление продолговатой формы, выполняемое фрезерованием;
- Проточка** – кольцевое углубление на стержне или в отверстии;

**Галтель** – плавный переход от меньшего диаметра сечения вала к большему (служит для снижения концентрированных внутренних напряжений на месте перехода);

**Шлицы** – продольные пазы для передачи вращающего момента на смежную деталь;

**Центровое отверстие** – отверстие в торце заготовки, обрабатываемое специальным сверлом на центральном станке. Предназначено для закрепления заготовок в центрах металлорежущих станков, например, токарных.

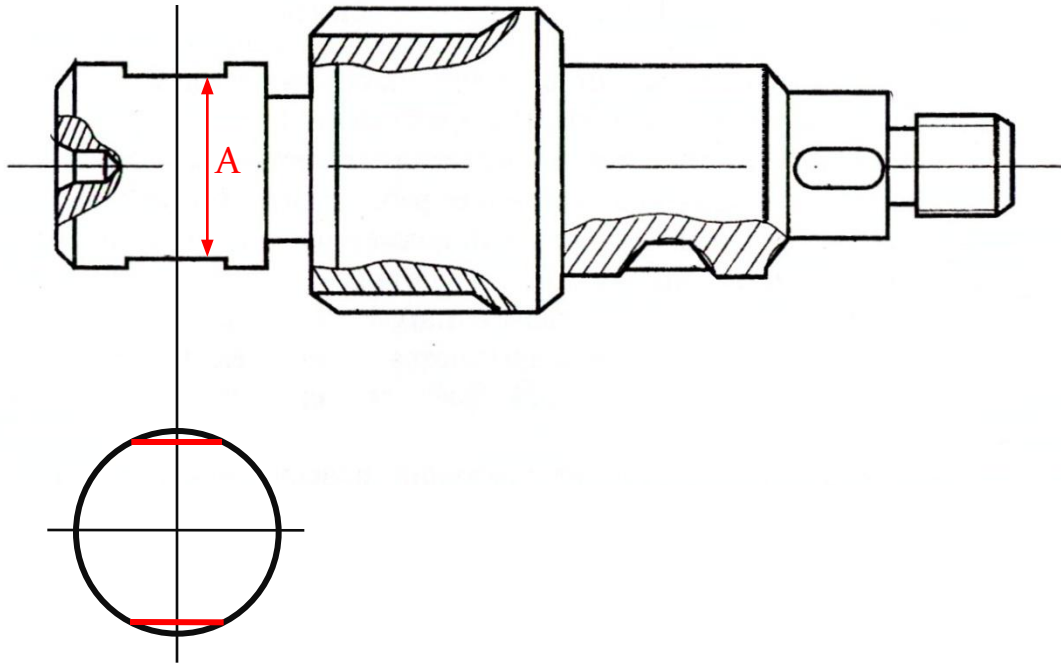
# Эскиз вала



**Лыска:**

Замеряем радиус (диаметр) вала

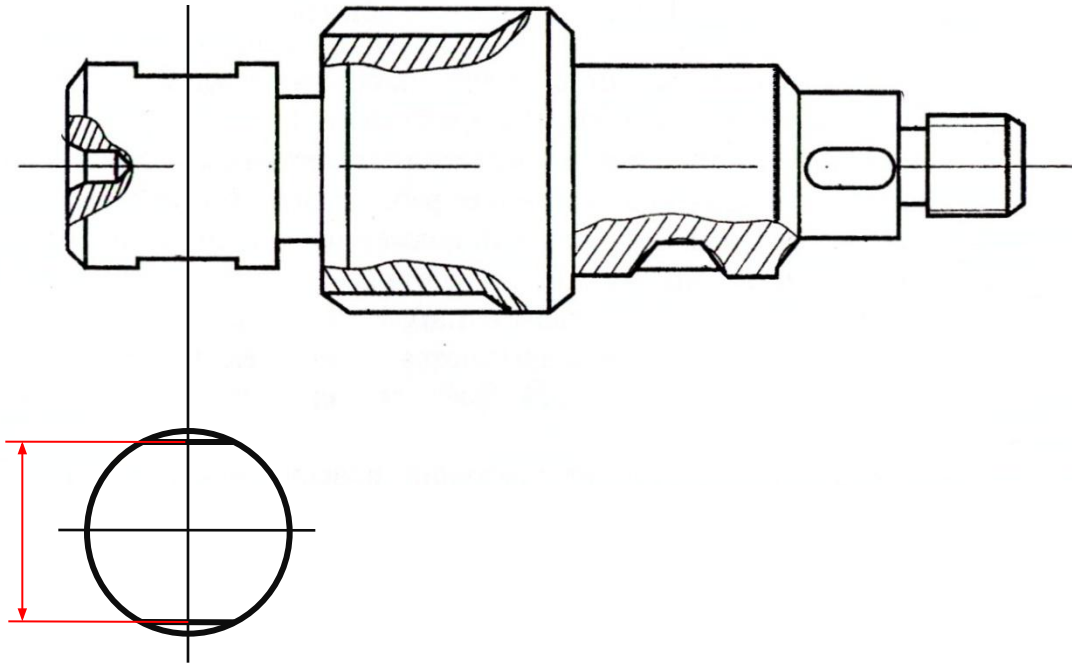
# Эскиз вала



## Лыска:

Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем размер лыски на эскизе вала и снимаем

# Эскиз вала

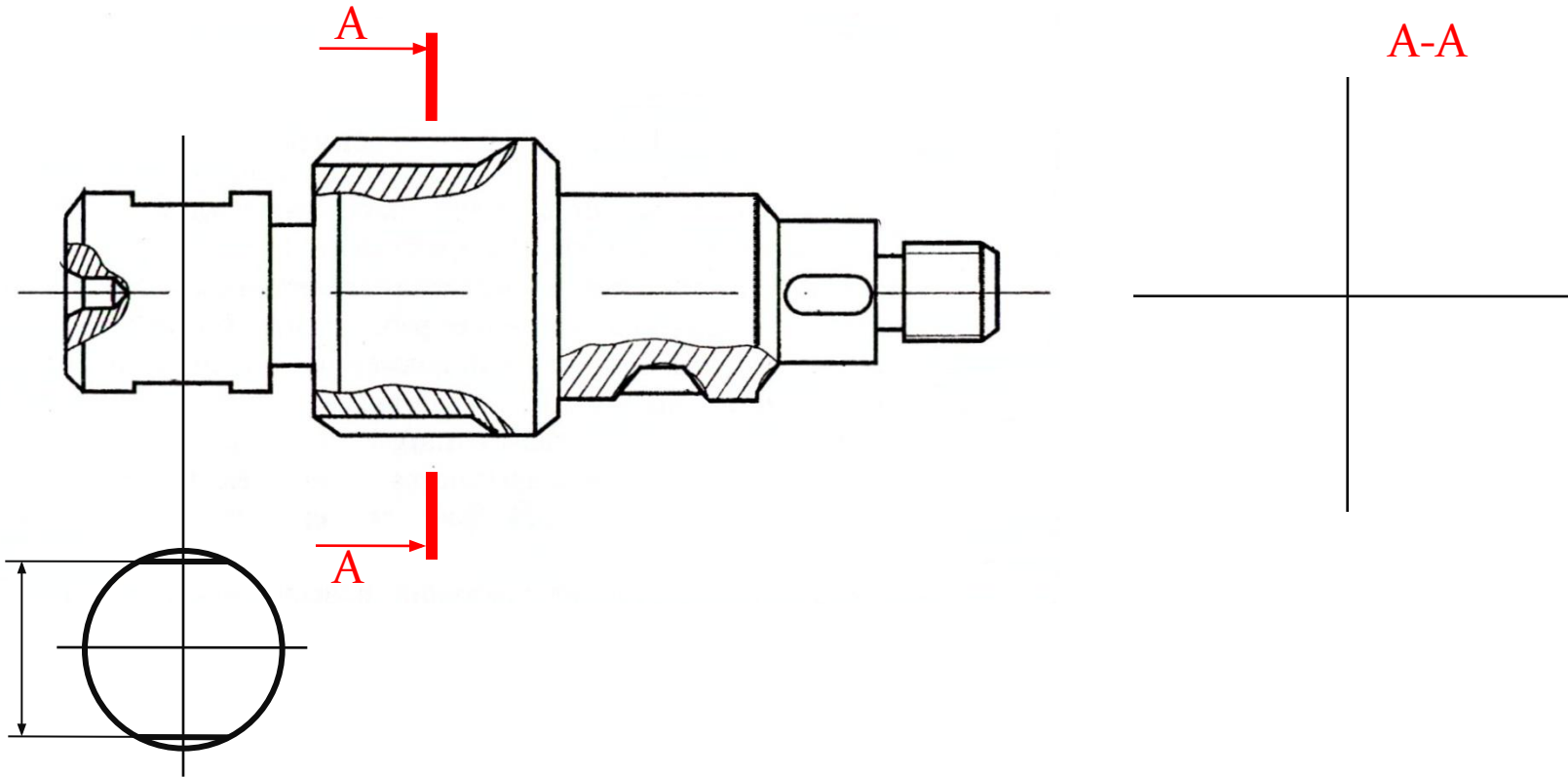


## Лыска:

Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем размер лыски на эскизе вала и снимаем



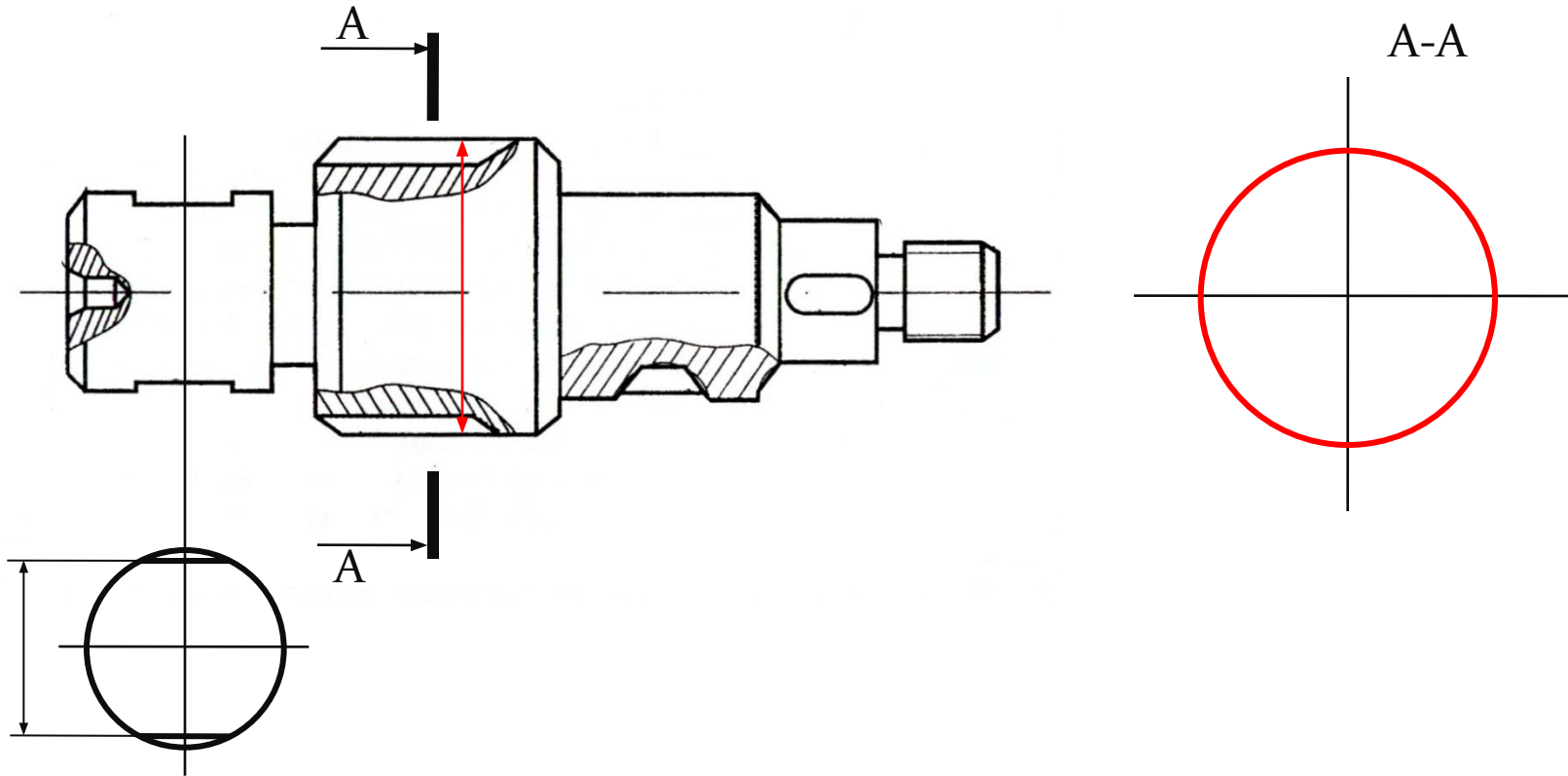
# Эскиз вала



**Шлицы:**

Замеряем радиус (диаметр) вала

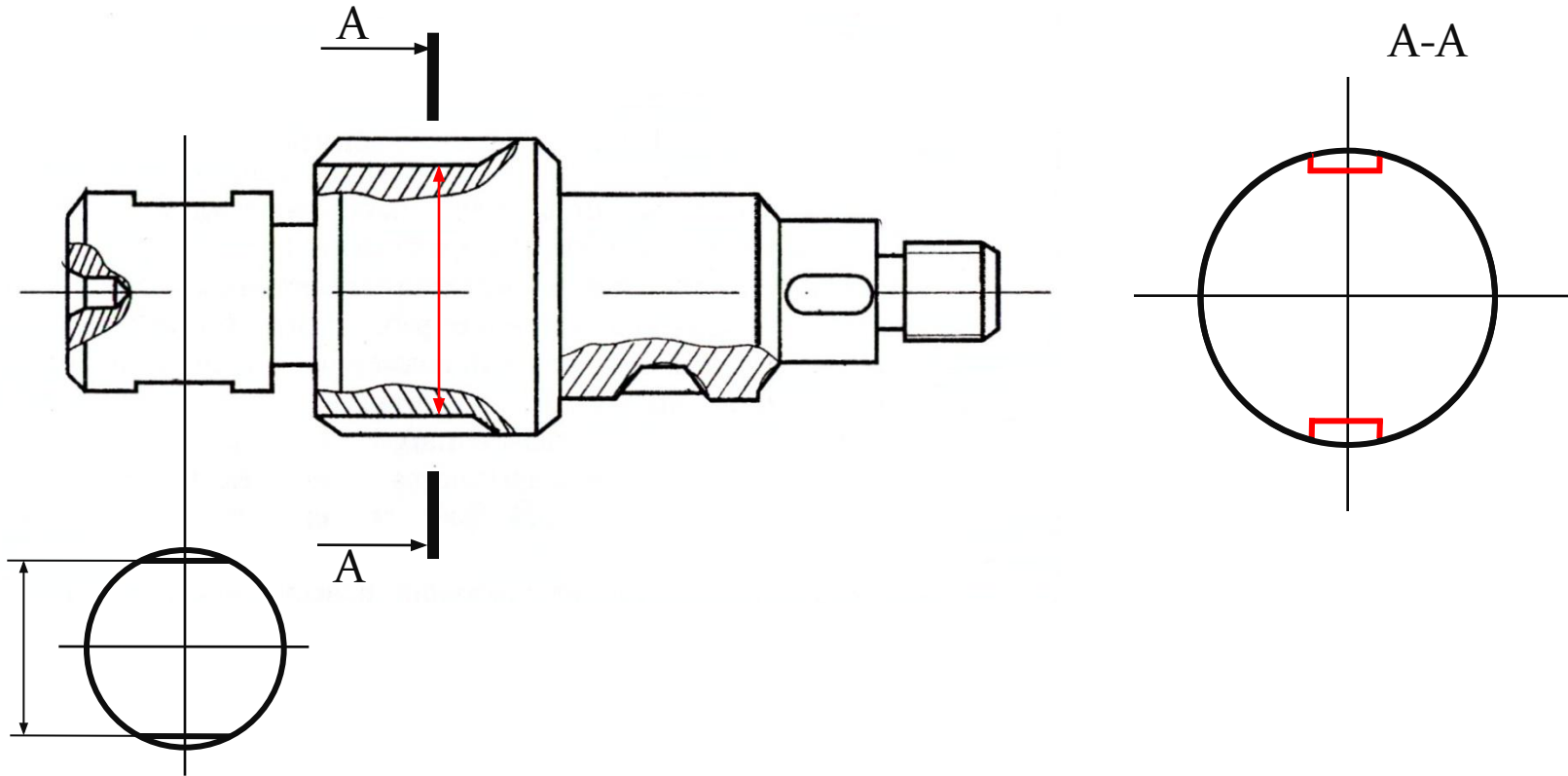
# Эскиз вала



**Шлицы:**

Замеряем радиус (диаметр) вала

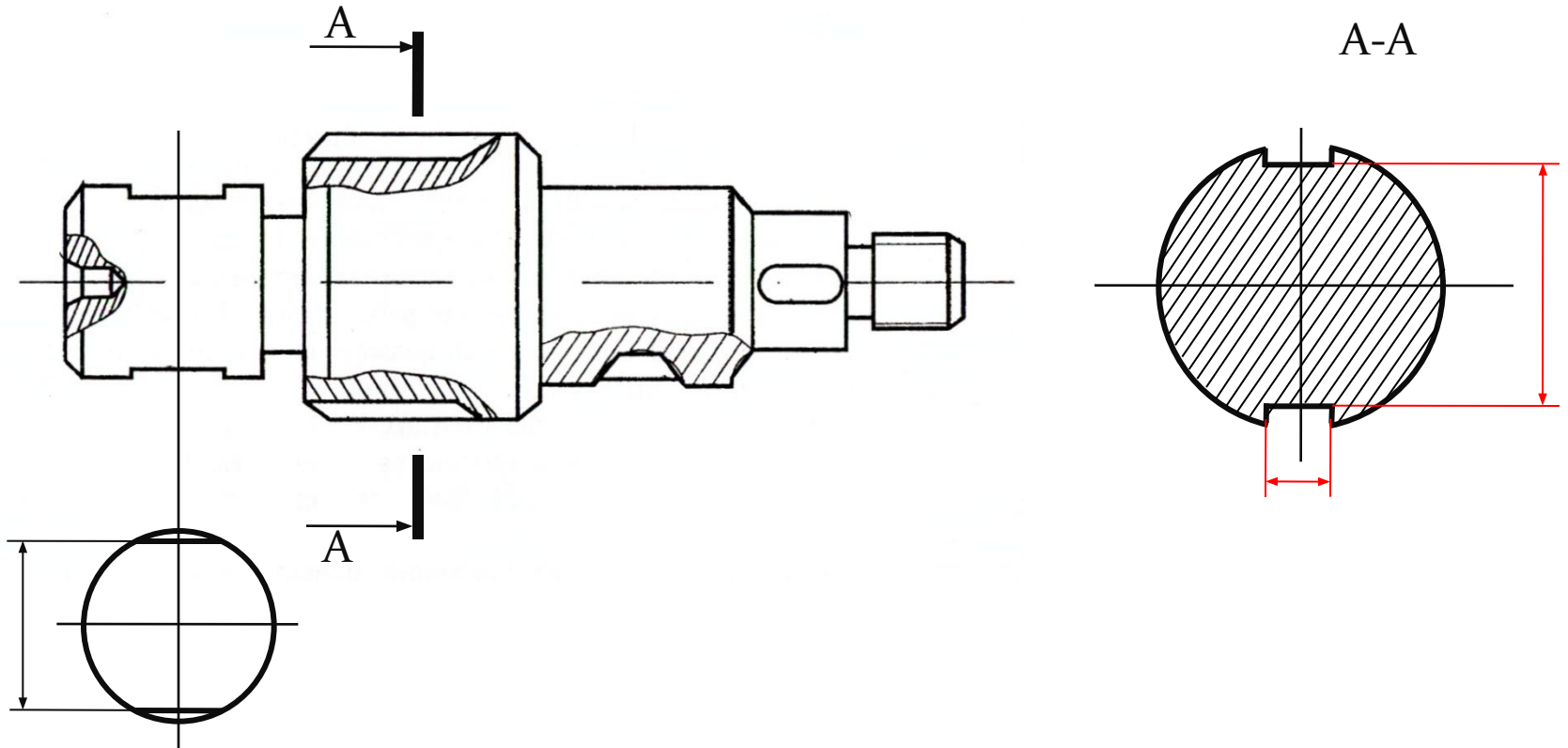
# Эскиз вала



## Шлицы:

Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем размер между шлицами

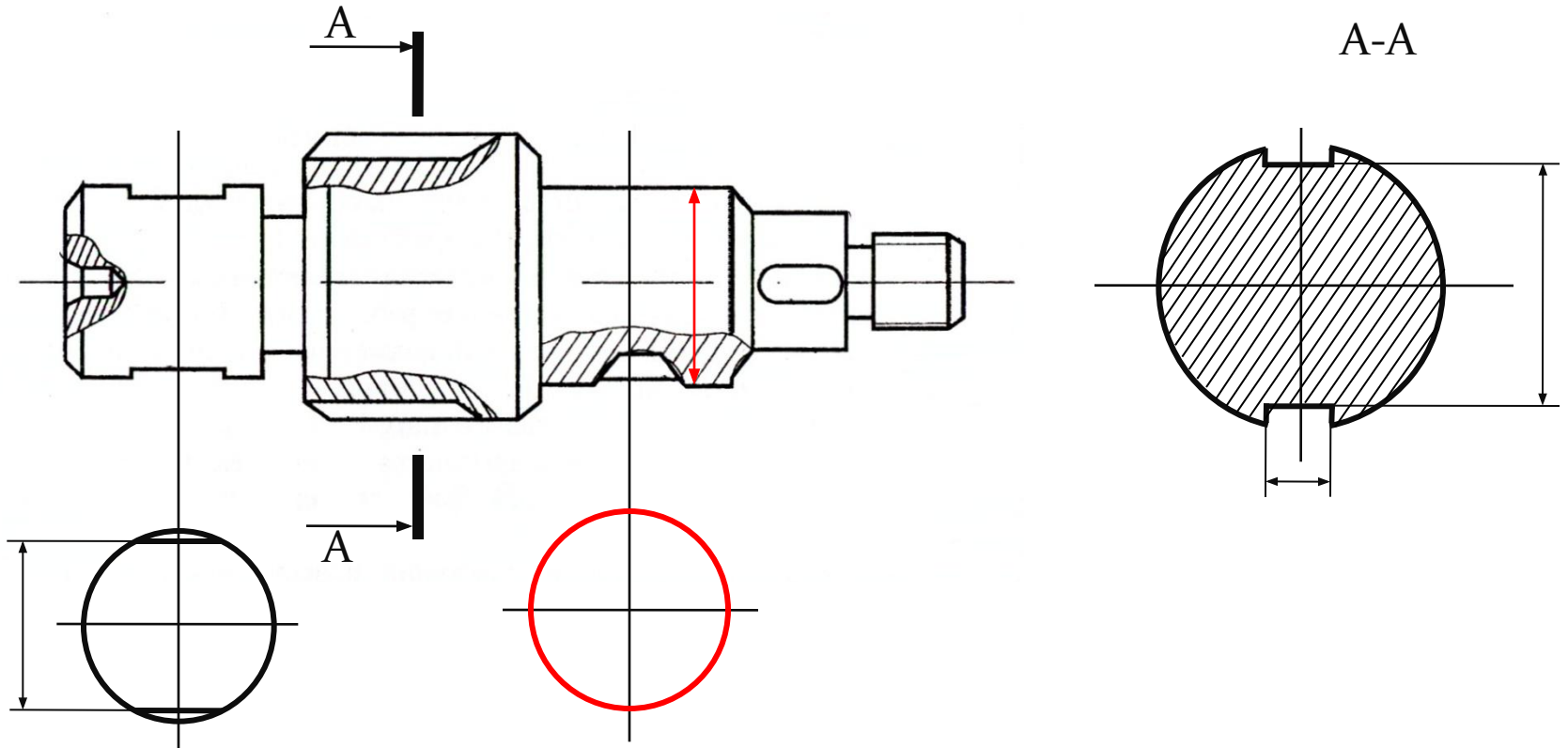
# Эскиз вала



## Шлицы:

Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем размер между шлицами

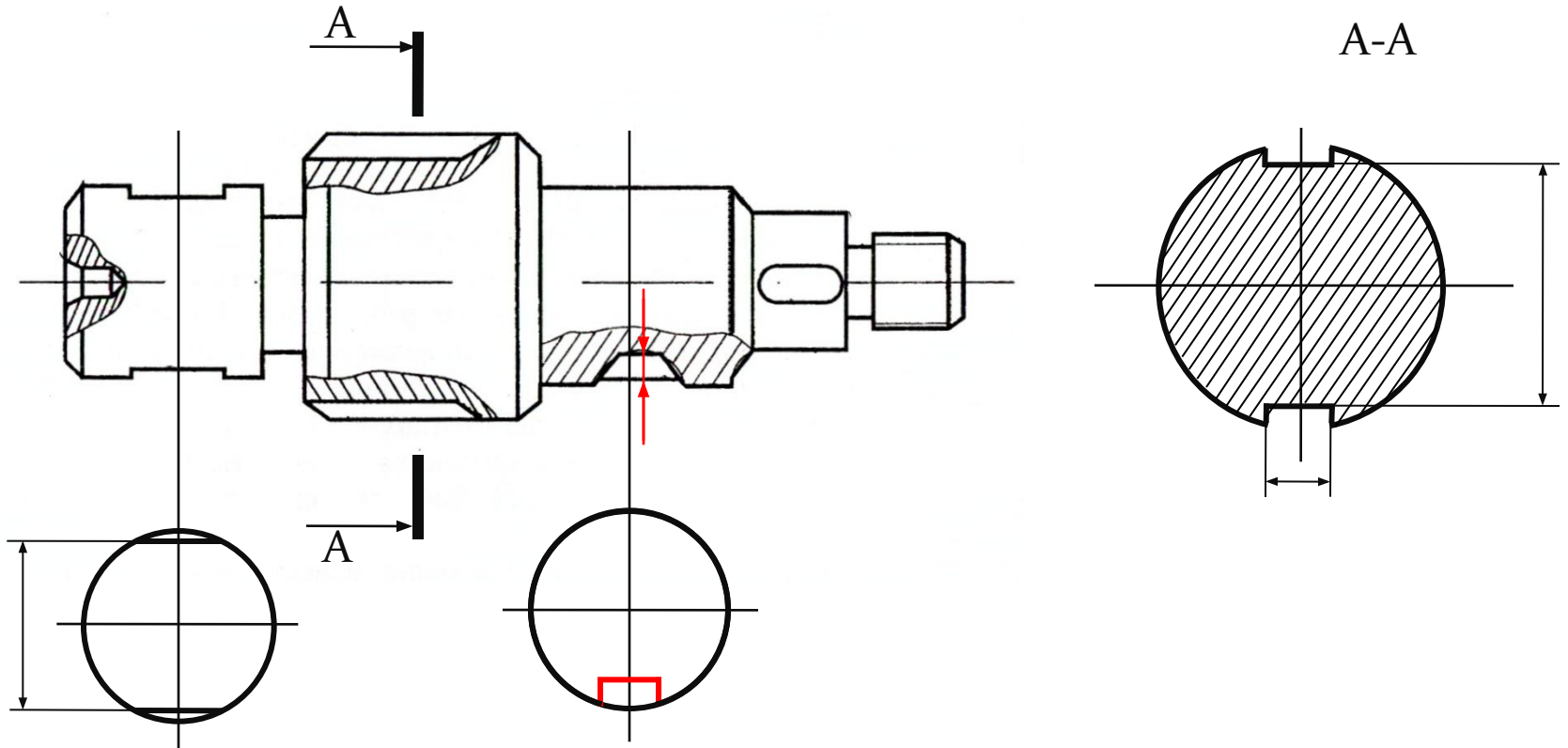
# Эскиз вала



**Шпоночный паз:**

Замеряем радиус (диаметр) вала

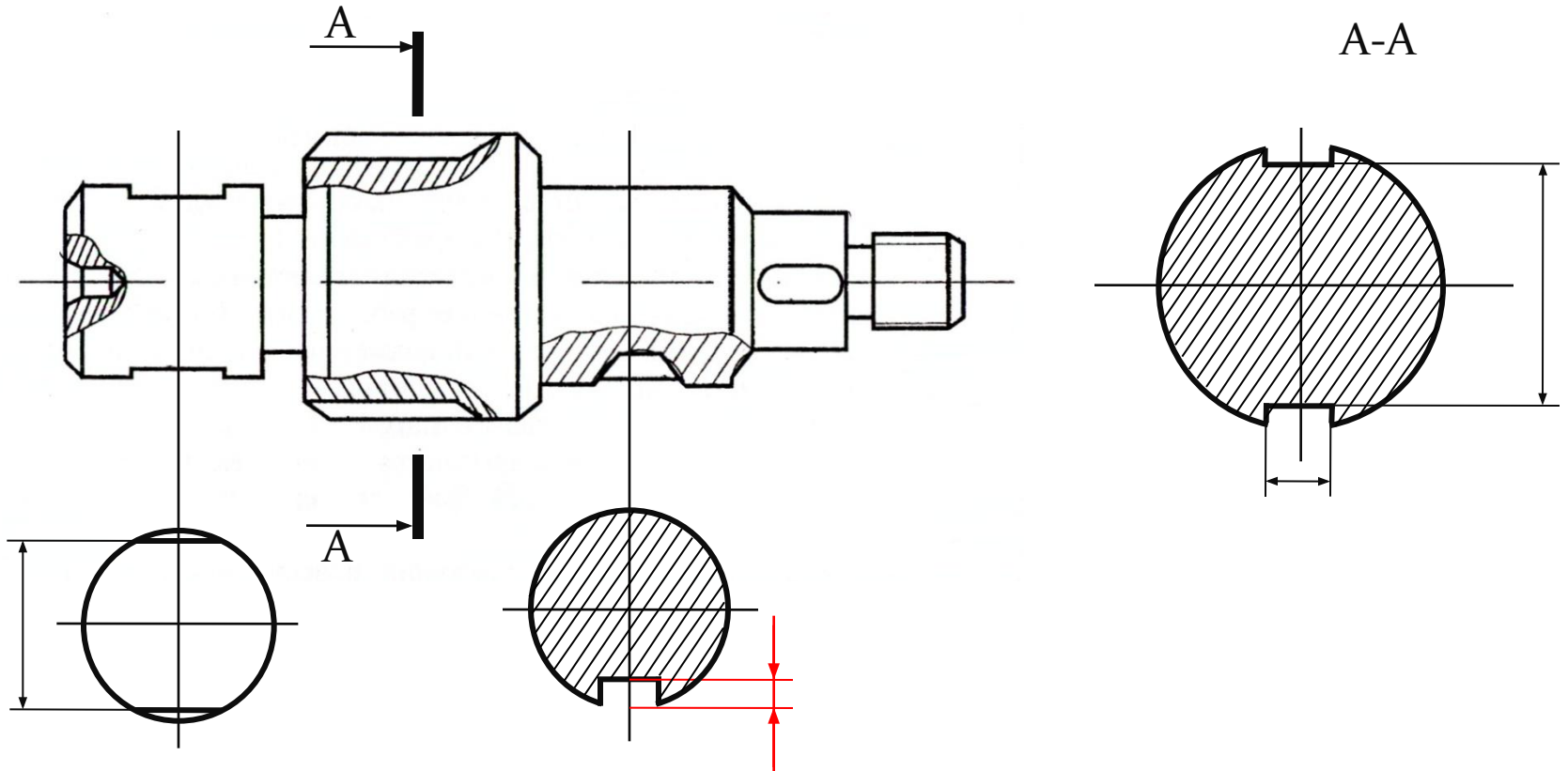
# Эскиз вала



## Шпоночный паз:

Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем глубину паза

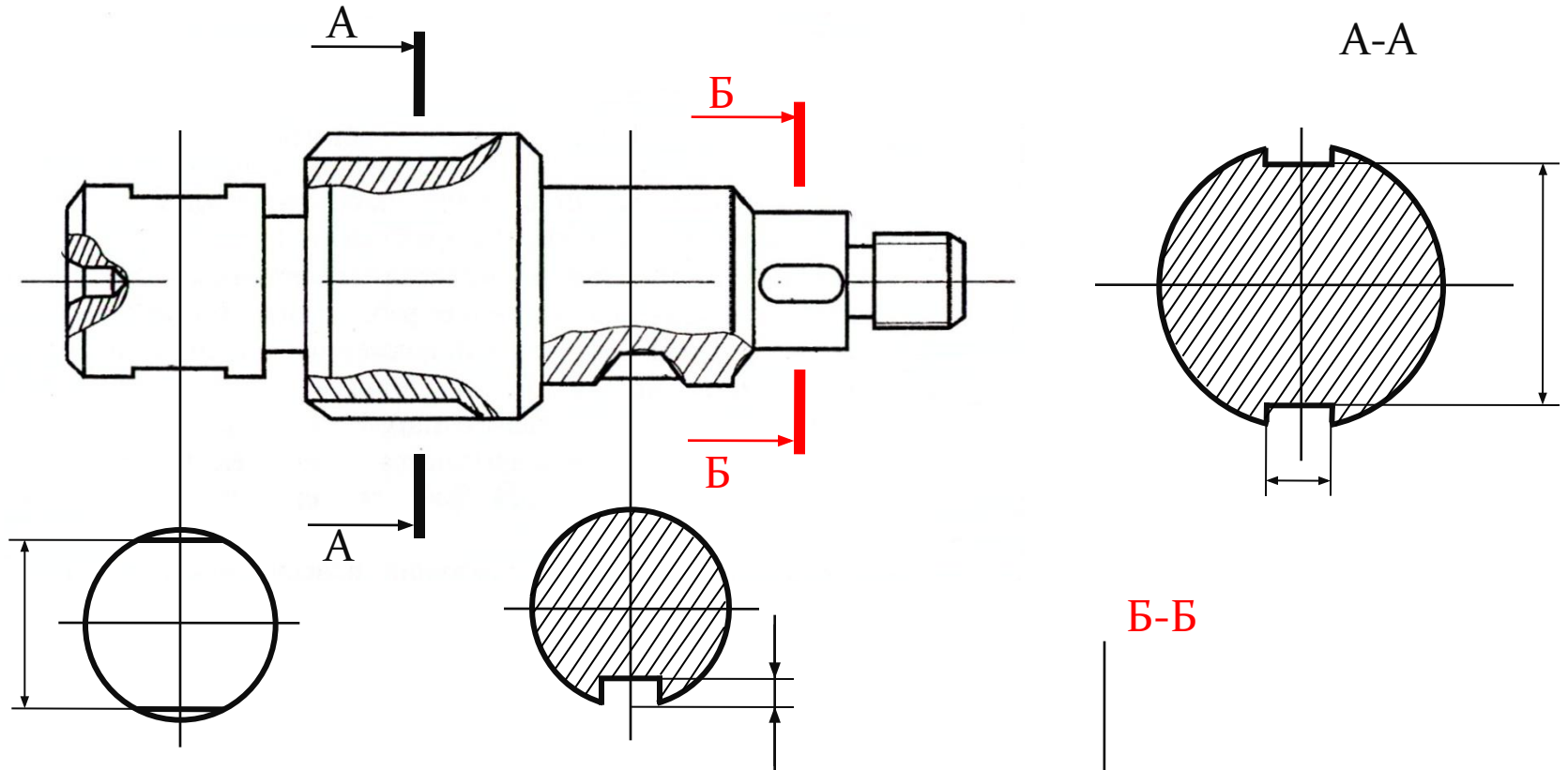
# Эскиз вала



## Шпоночный паз:

Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем глубину паза

# Эскиз вала

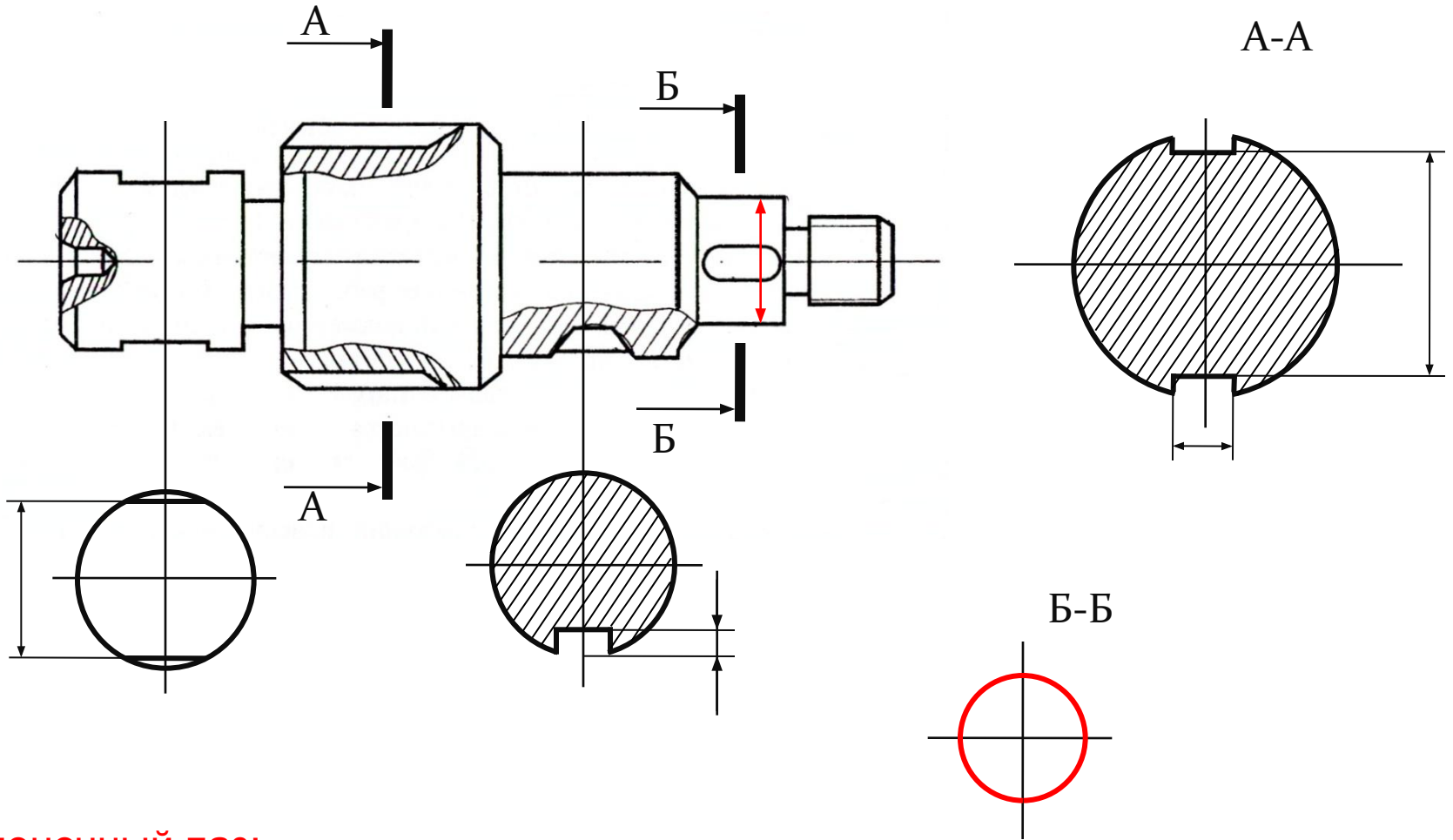


## Шпоночный паз:

Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем глубину паза



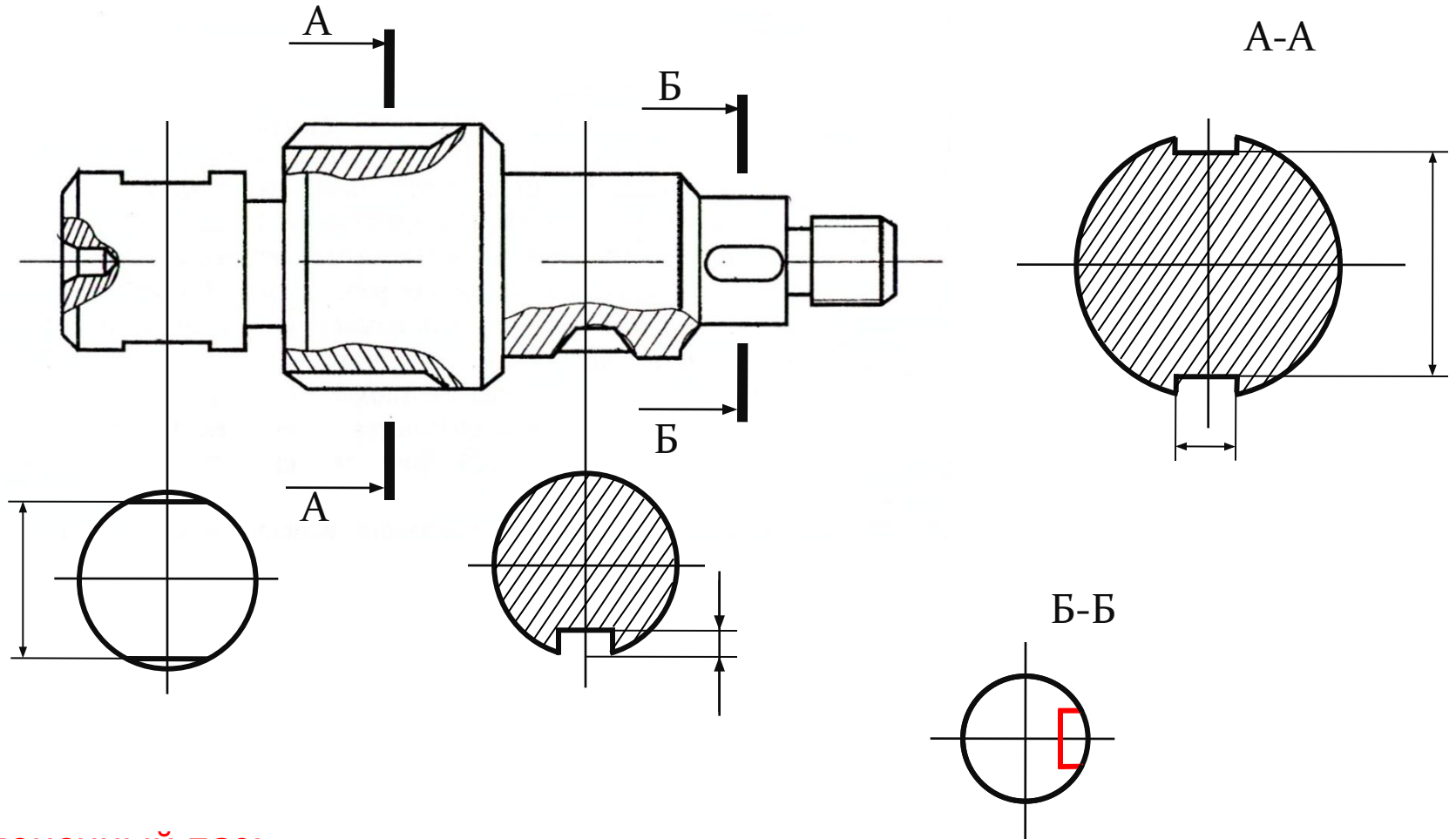
# Эскиз вала



## Шпоночный паз:

Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем глубину паза

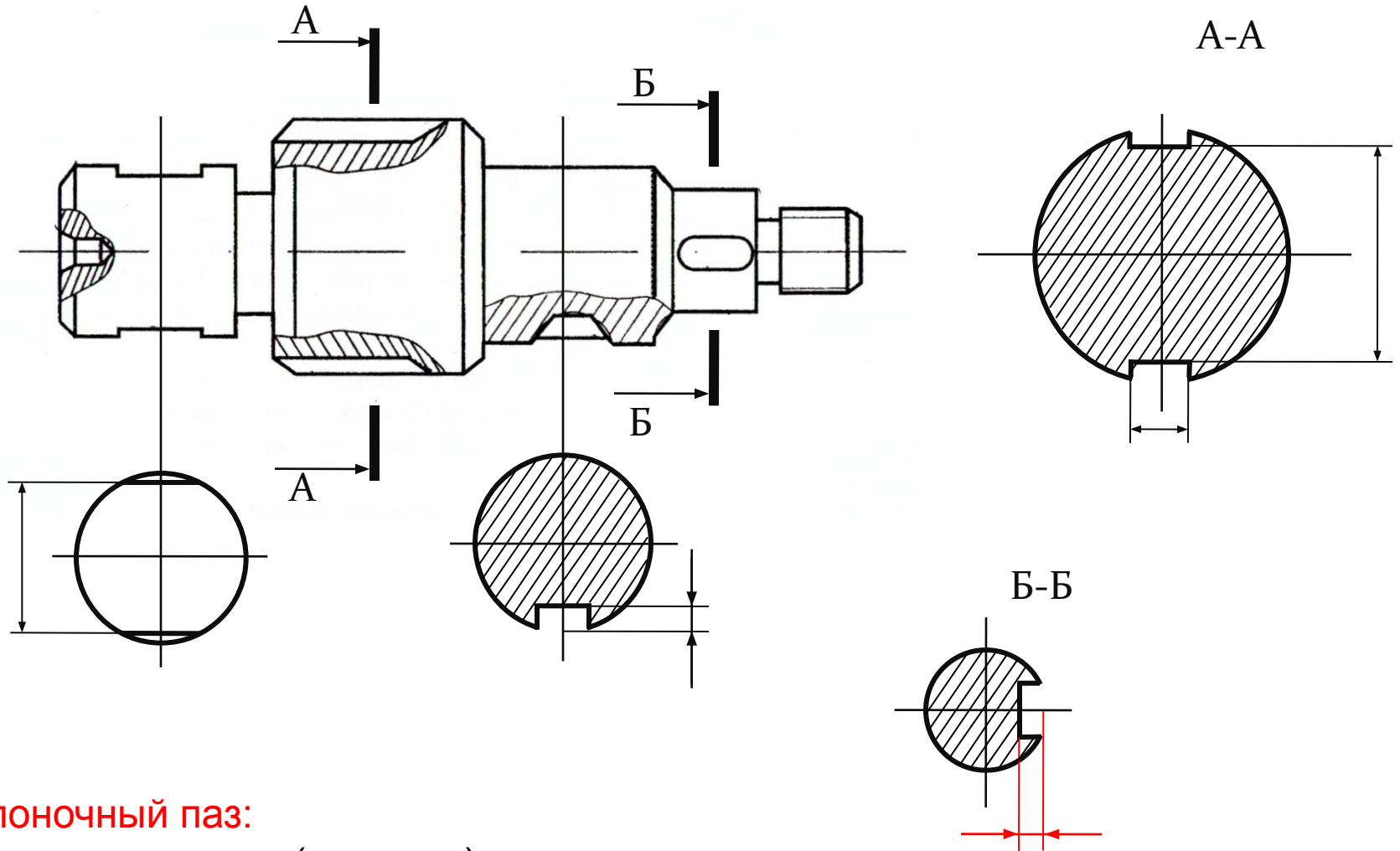
# Эскиз вала



## Шпоночный паз:

Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем глубину паза

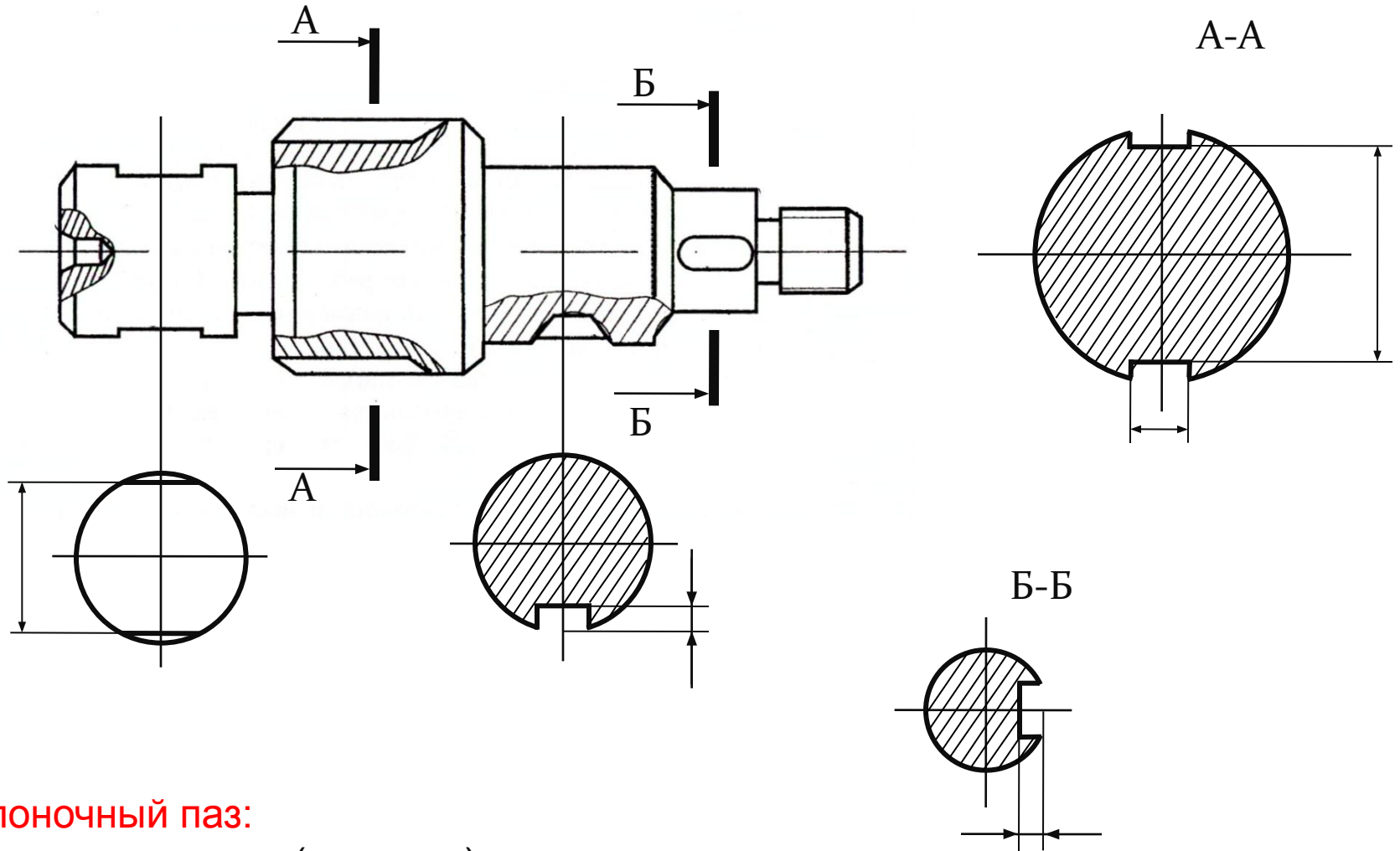
# Эскиз вала



## Шпоночный паз:

Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем глубину паза

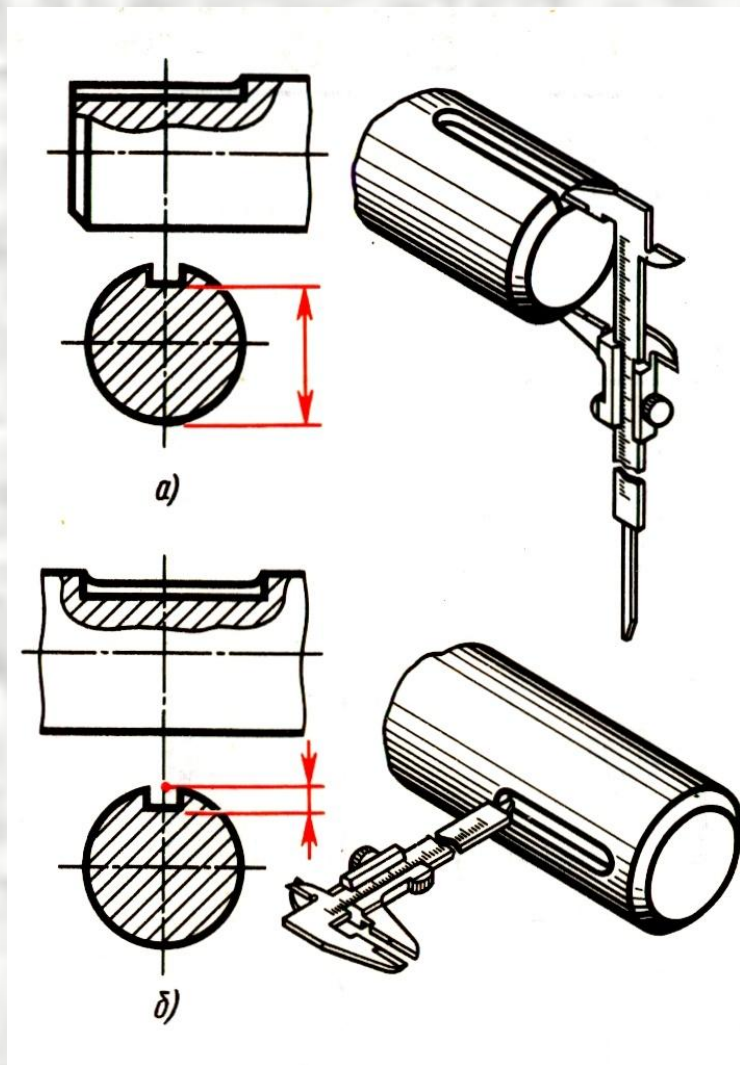
# Эскиз вала



## Шпоночный паз:

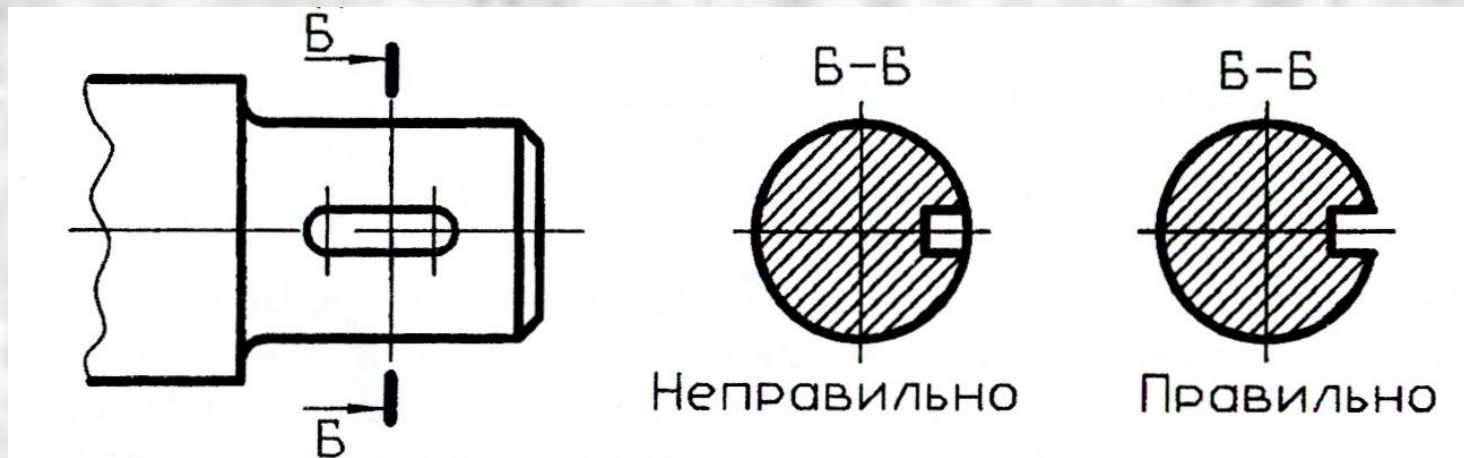
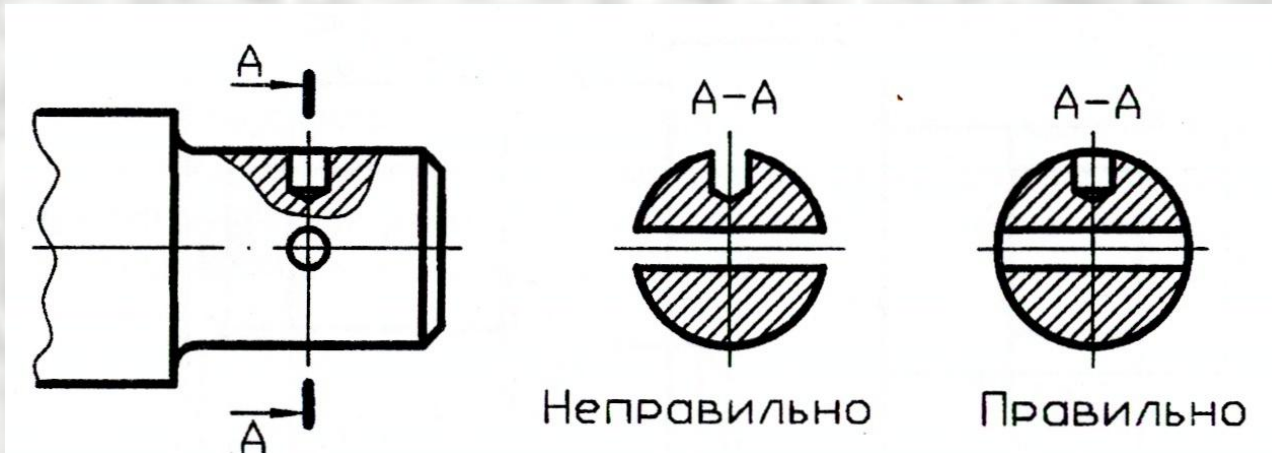
Замеряем радиус (диаметр) вала,  
затем замеряем глубину паза

# Нанесение размера глубины шпоночного паза

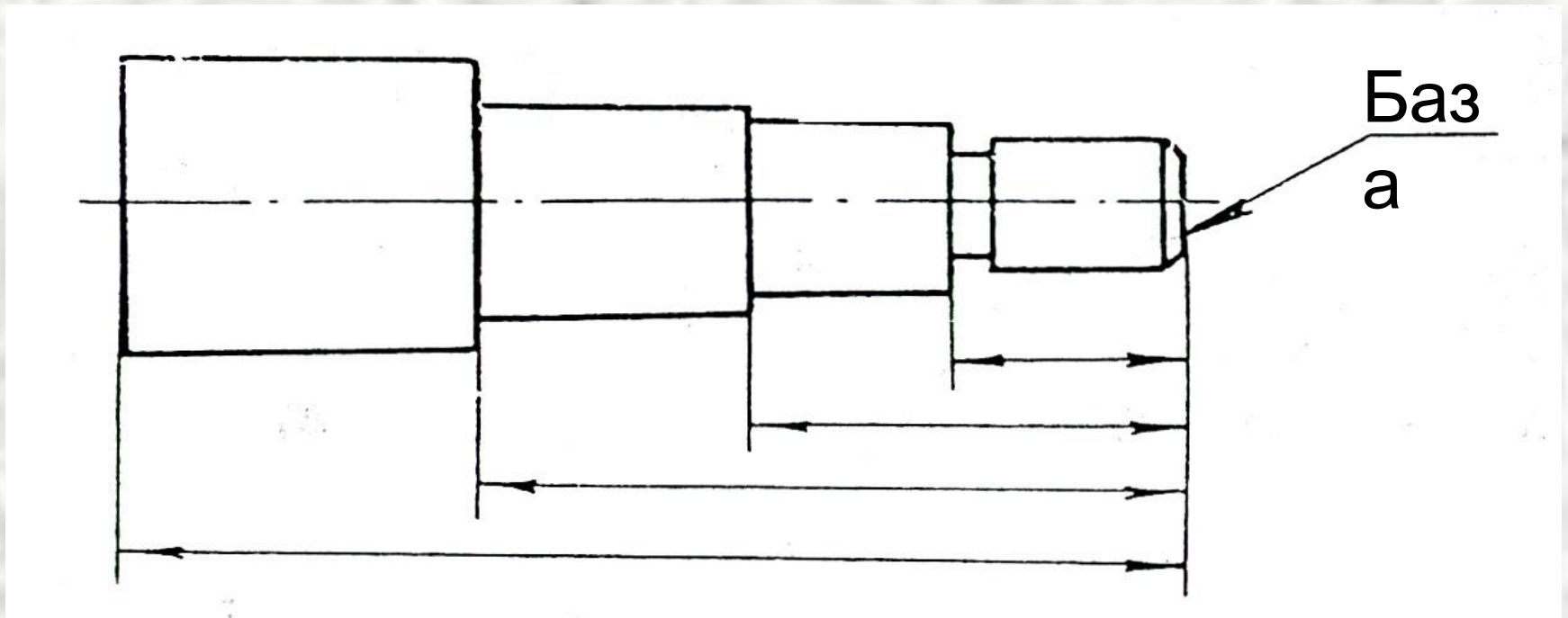


- а) открытого
- б) закрытого

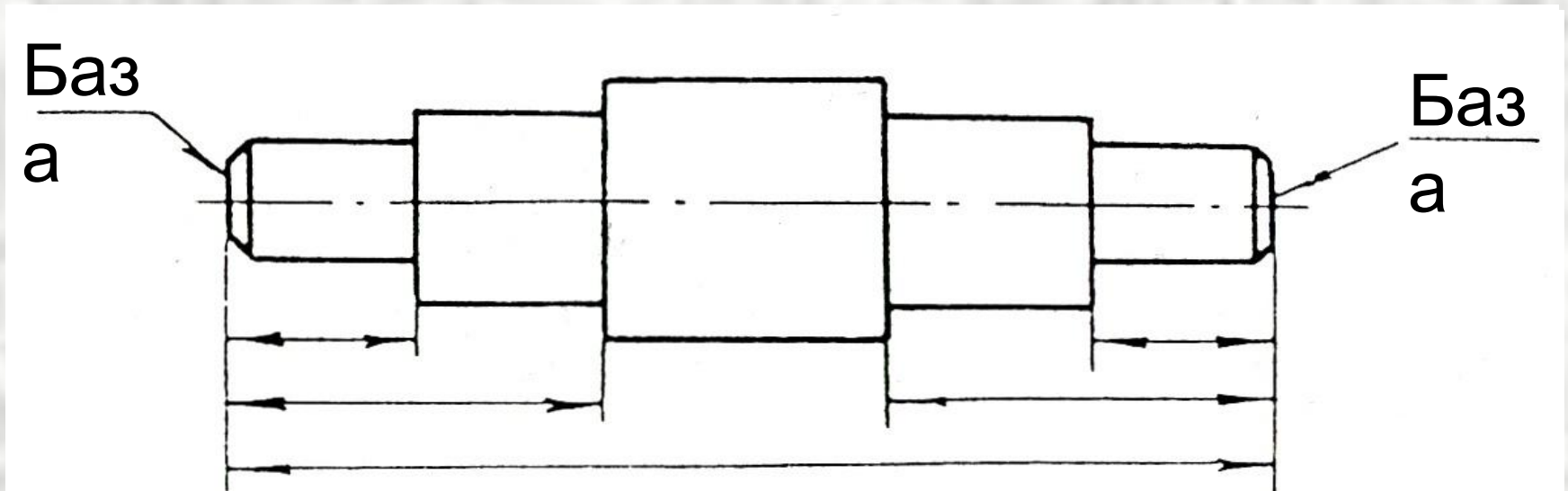
# Пример выполнения сечений



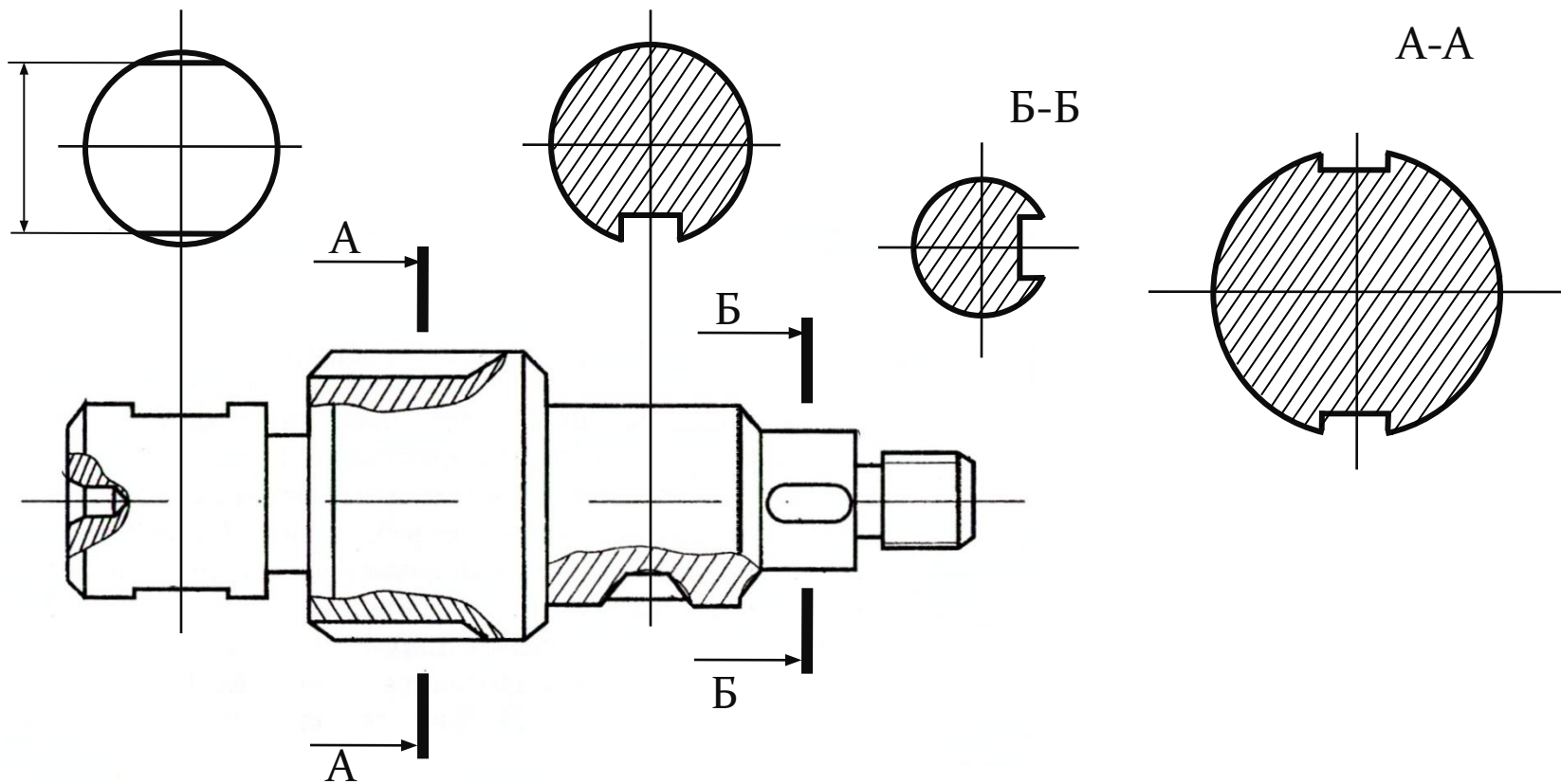
# Простановка размеров от баз



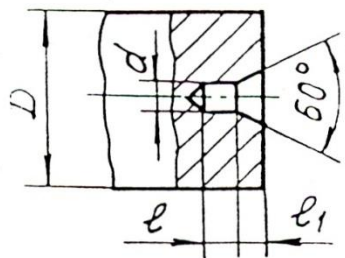
# Простановка размеров от баз



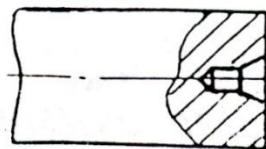




## Отверстия центровые ГОСТ 14034-74

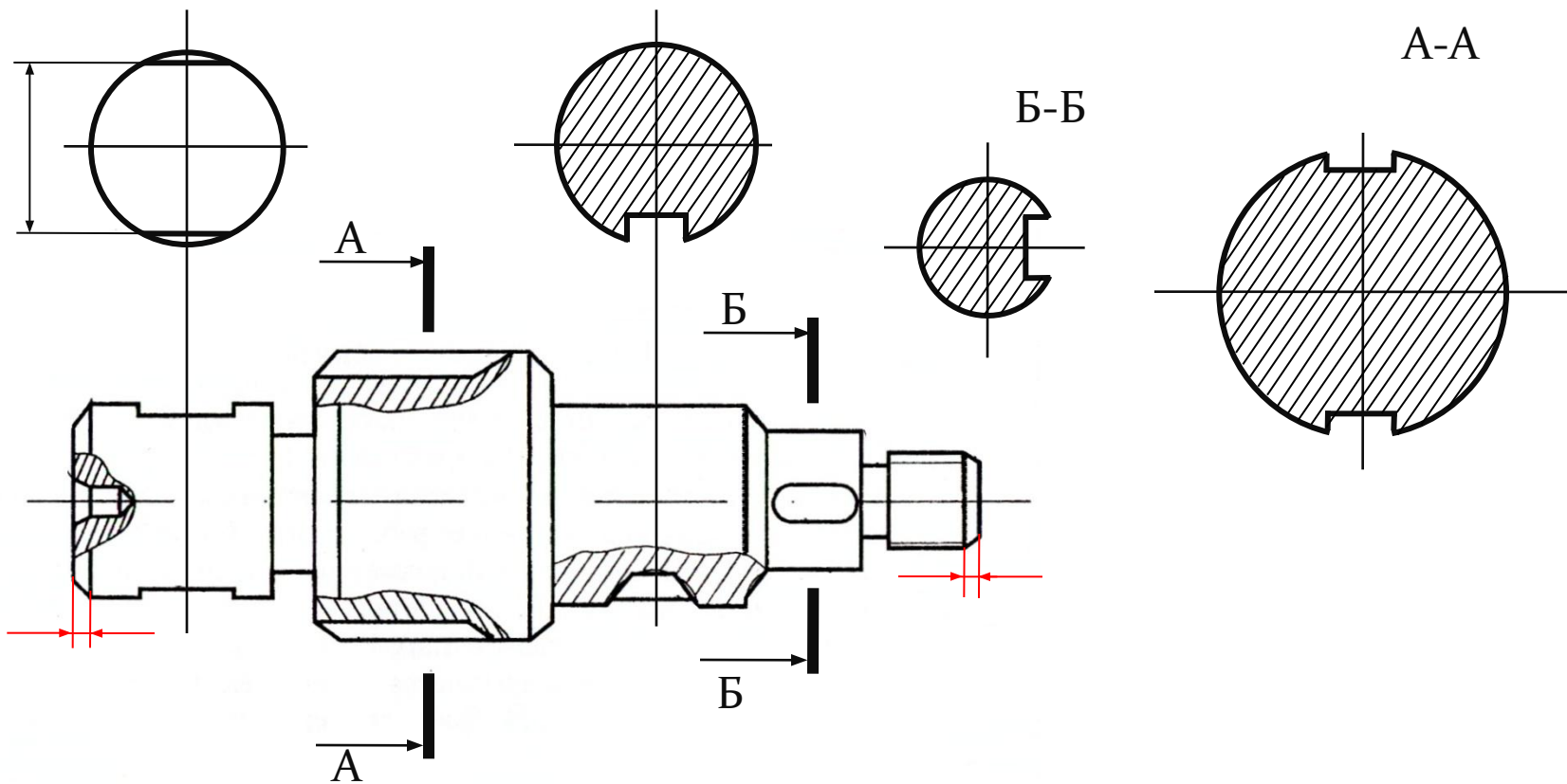


Центровые отверстия изображают упрощенно с указанием условного обозначения



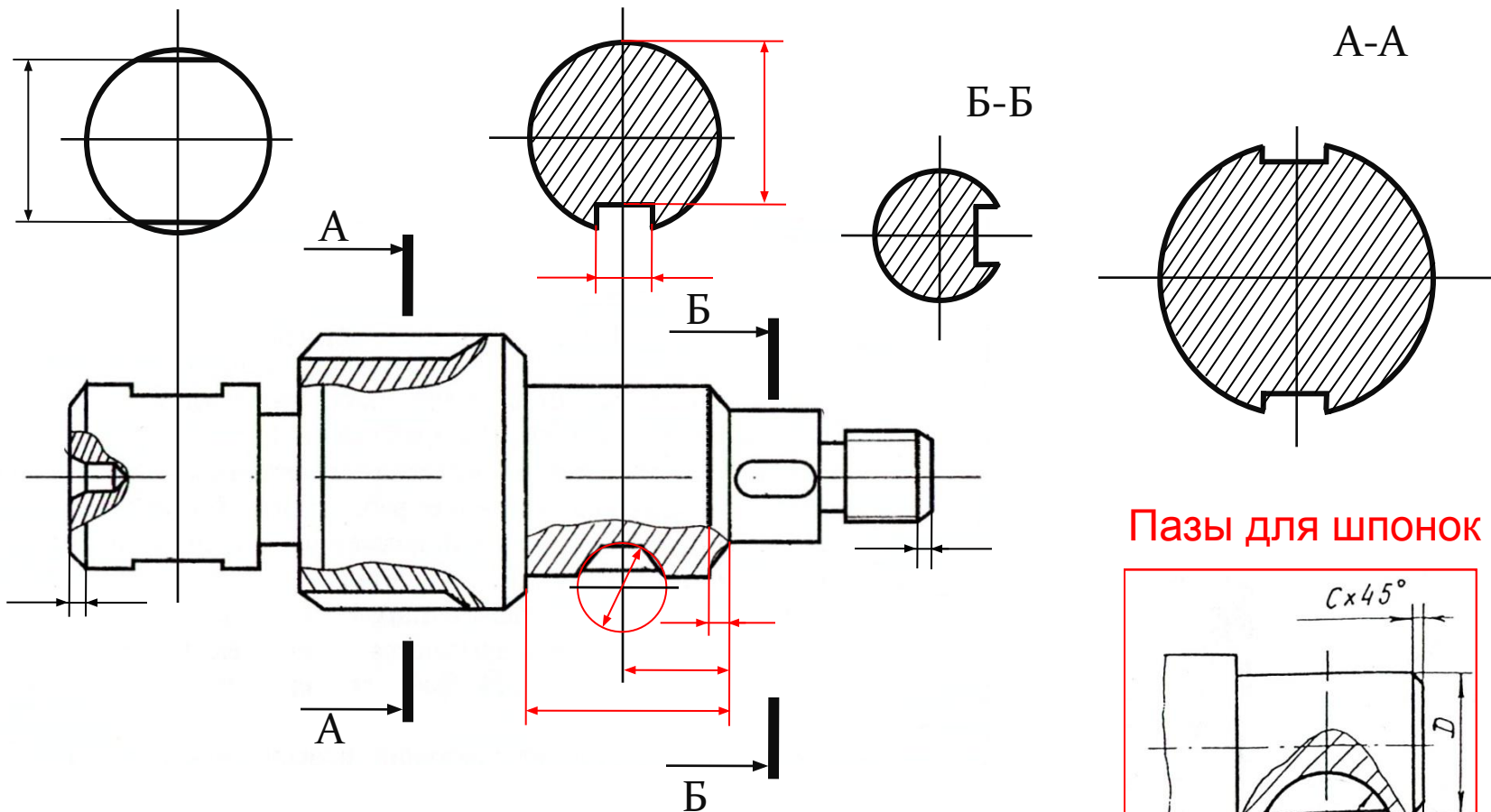
Отв. центр. А 2.5 ГОСТ  
14034-74

D, мм	10	14	20	30	40	60	80	100
d,	2	2.5	3.15	4	(5)	6.3	(8)	10

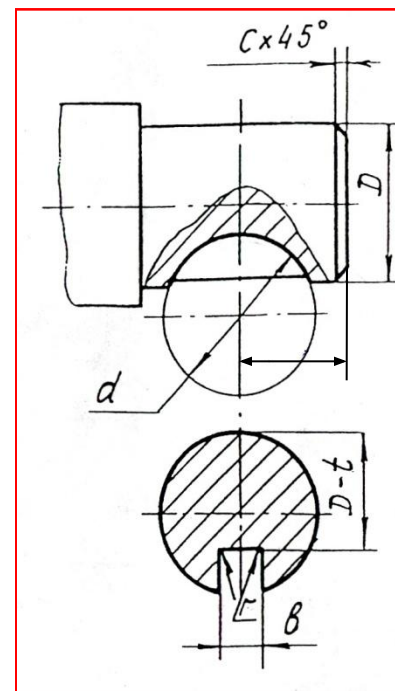


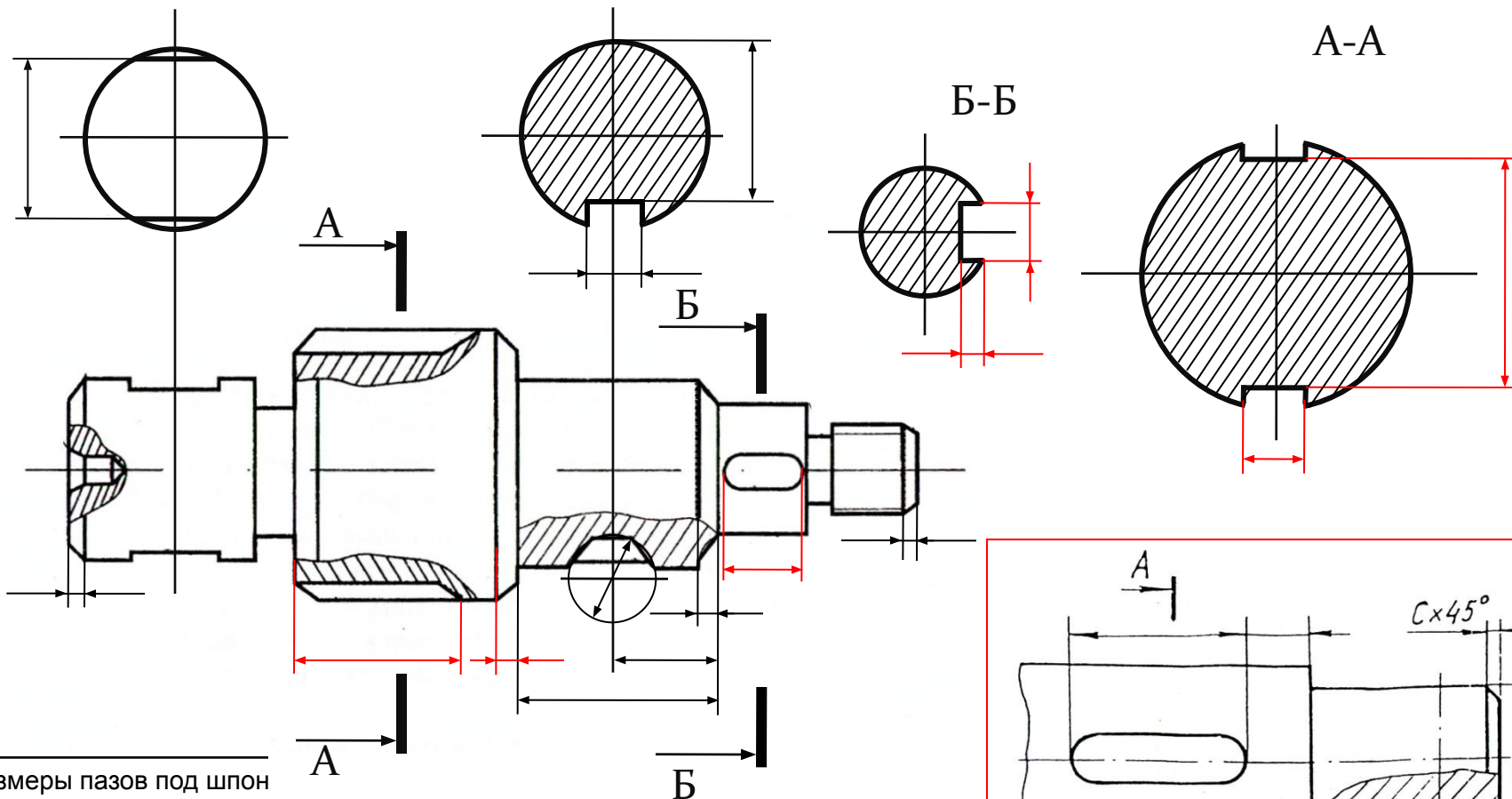
### Размеры фасок для гладкой части вала

D вала, мм	12...1 8	20...2 8	32...4 5	50...7 0	80...1 10
C, мм	0.6	1	1.6	2	2.5



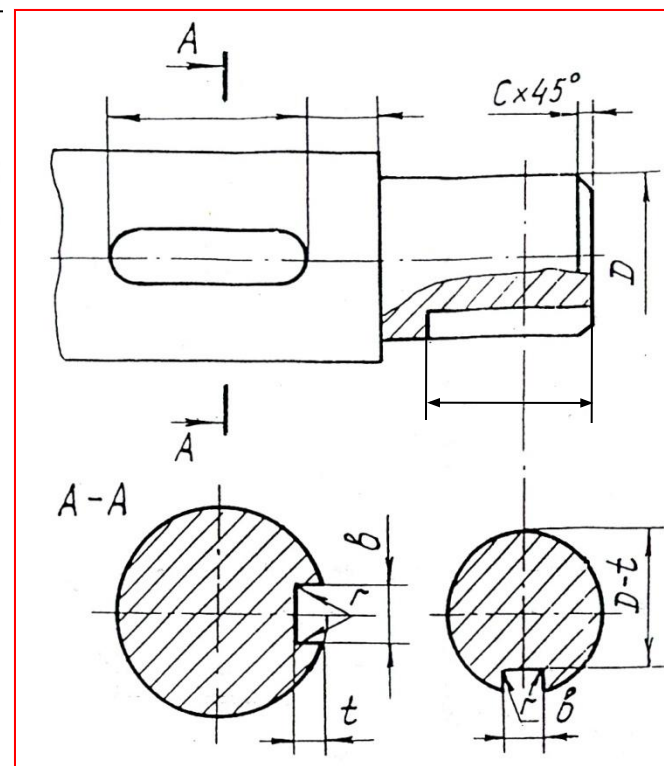
### Пазы для шпонок

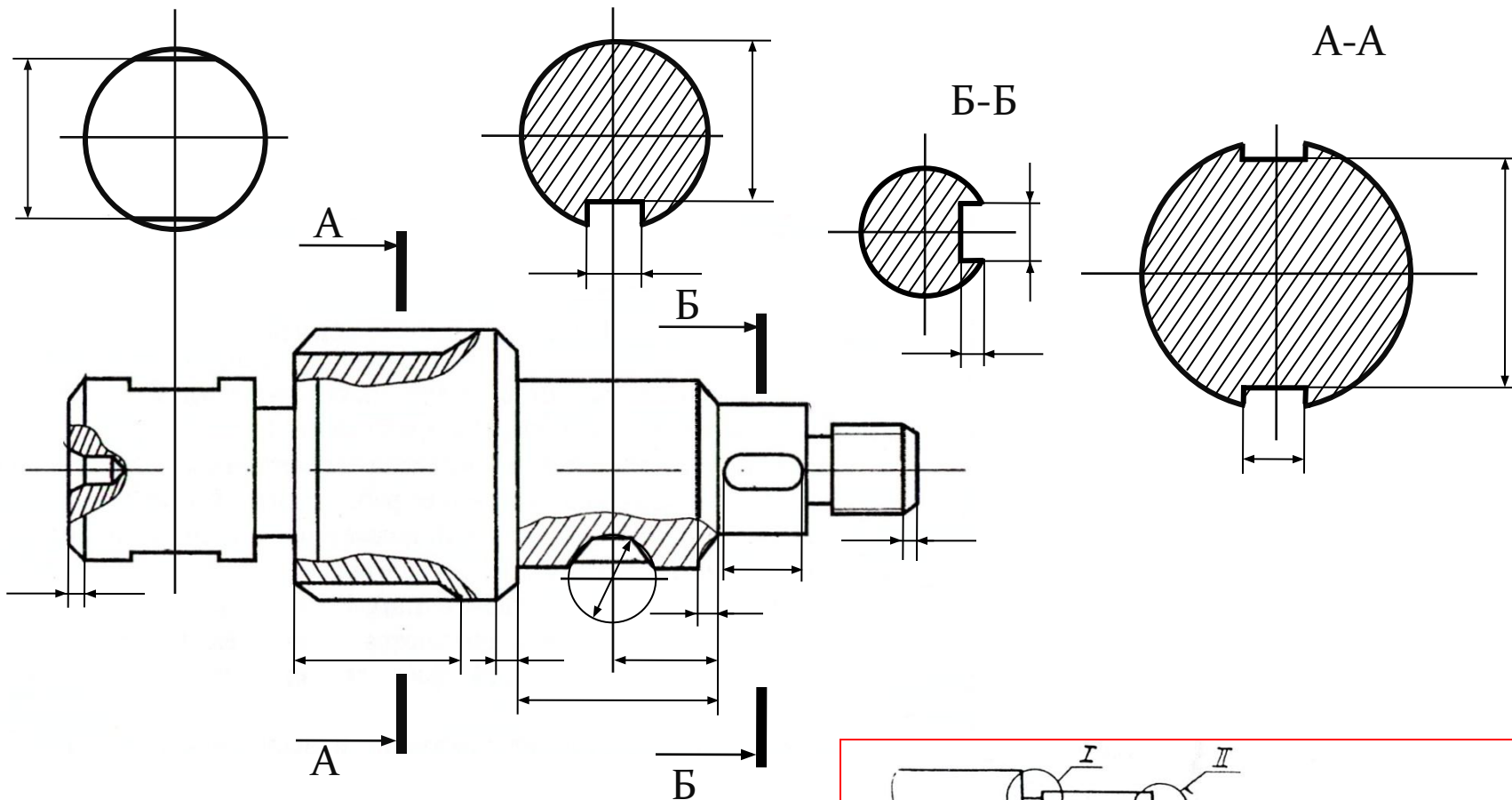




Размеры пазов под шпон  
призматическую  
(по ГОСТ 23360-78)

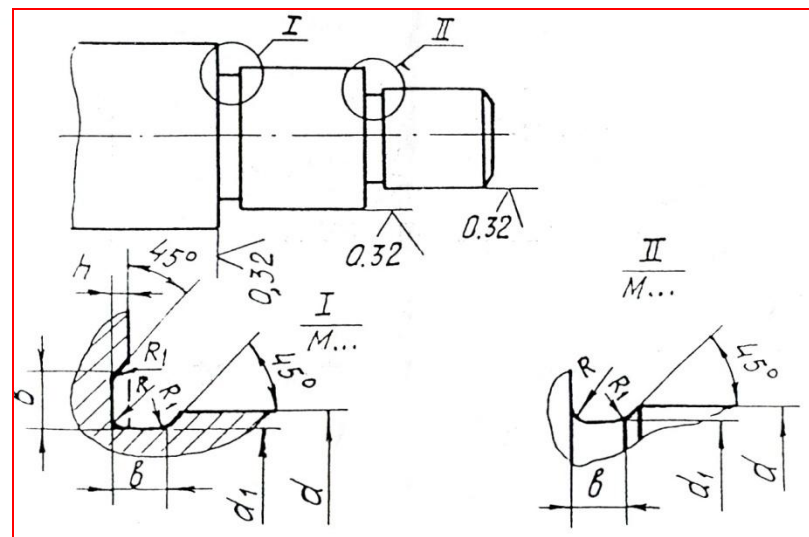
D вала мм	b	t	r
От 22-30	8	4	0.25
Св. 30 до 38	10	5	0.4
Св. 38 до 44	12	5	
Св. 44 до 50	14	5.5	
Св. 50 до 58	16	6	
Св. 58 до 65	18	7	

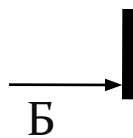
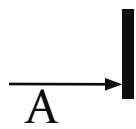
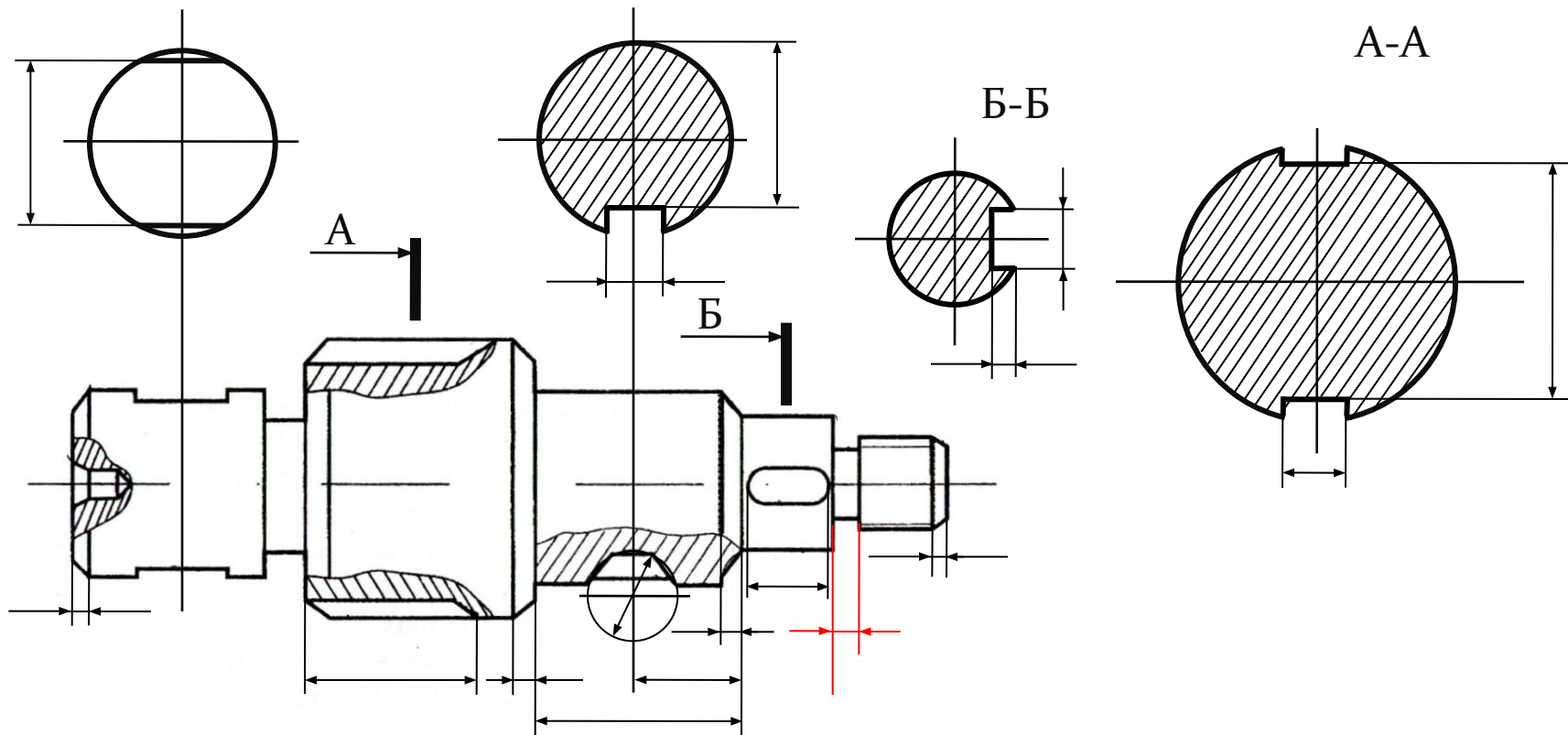


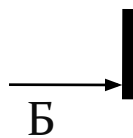
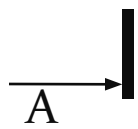
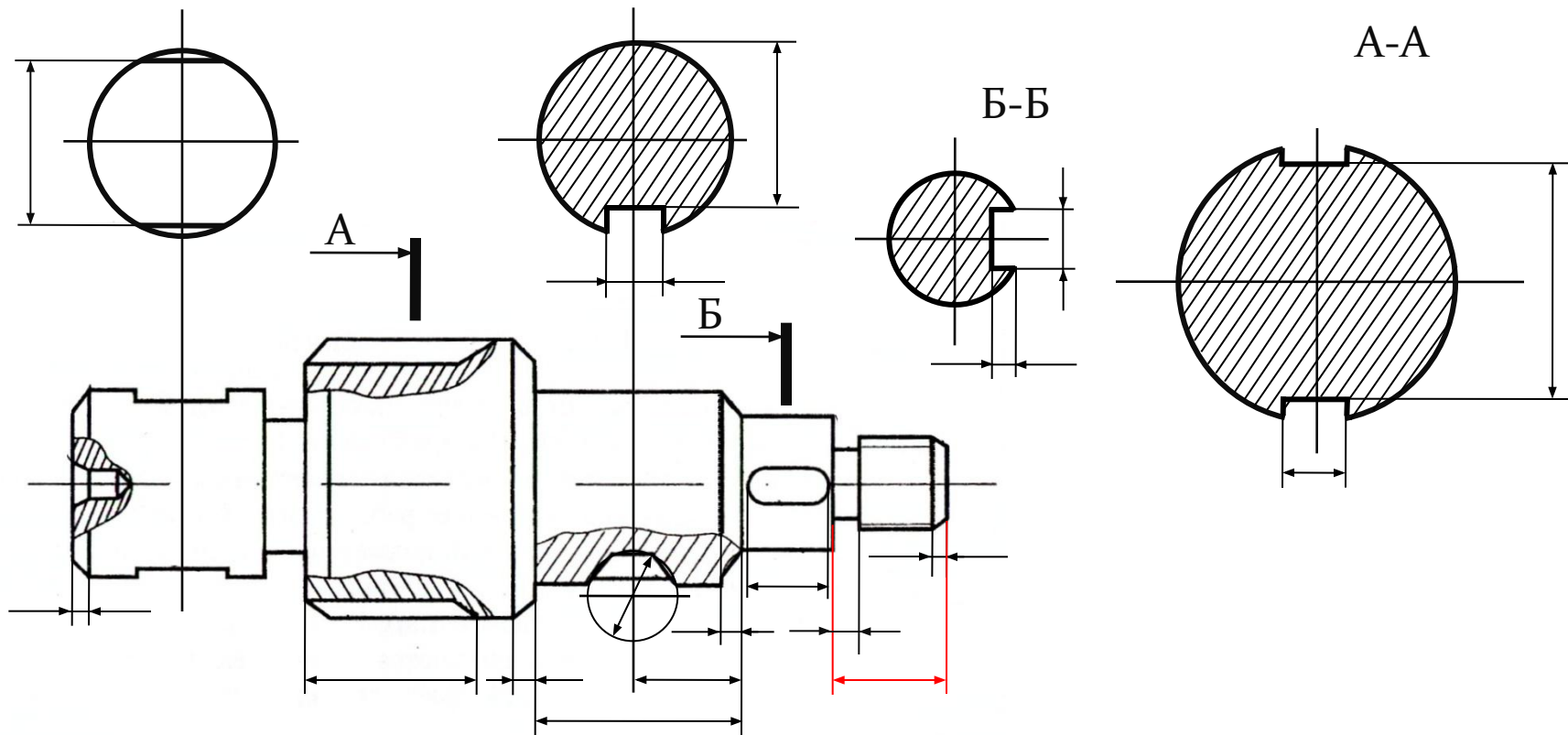


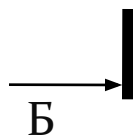
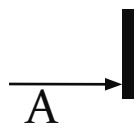
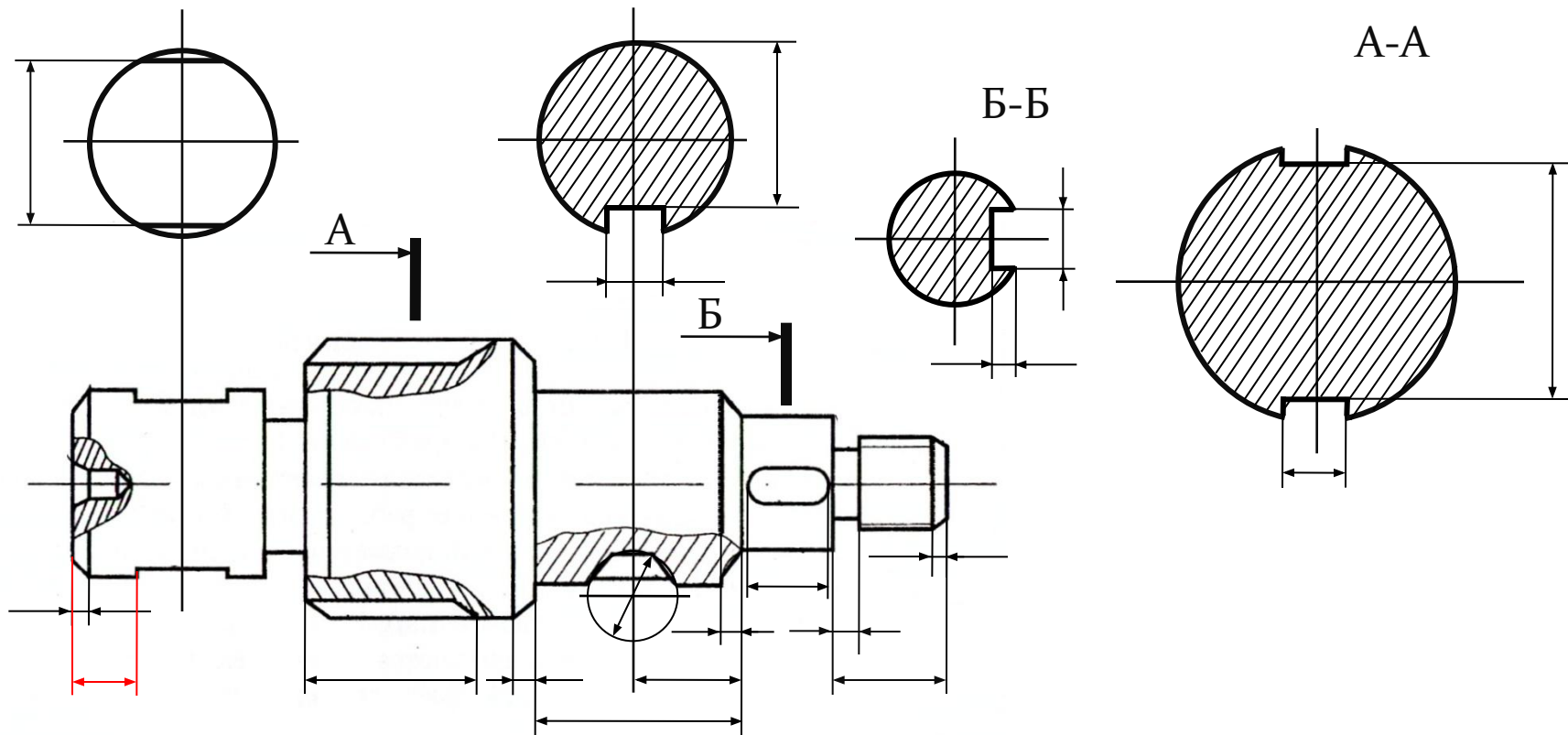
Канавки для выхода шлифовального круга (ГОСТ 8820-69)

b	d <sub>1</sub>	h	R	R <sub>1</sub>	d
1	d-0.3	0.2	0.3	0.2	До 10
1.6	3		0.5	0.3	
2	d-0.5	0.3	0.5	0.3	До 10
3			1	0.5	Св. 10 до 50

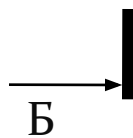
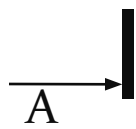
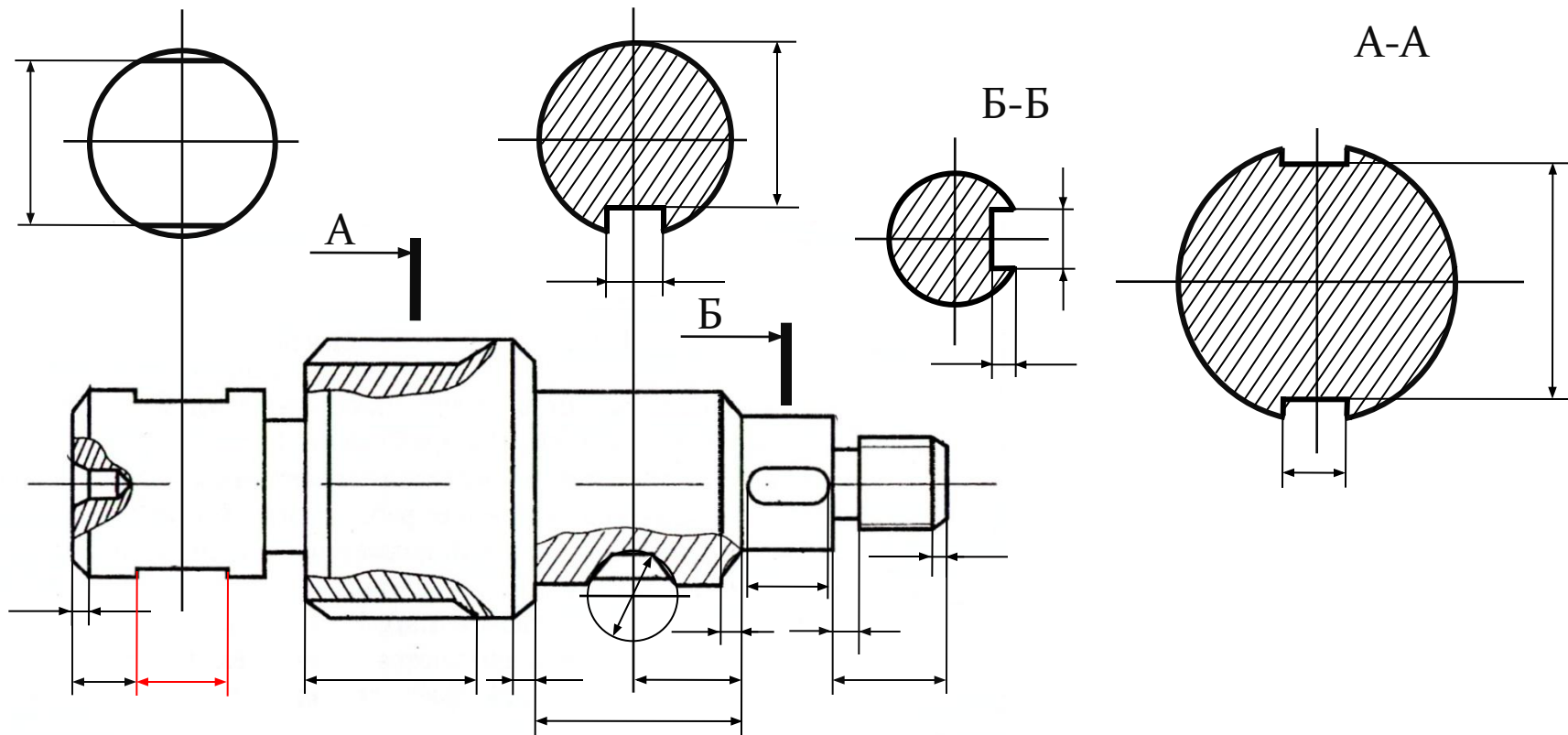


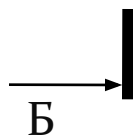
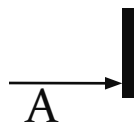
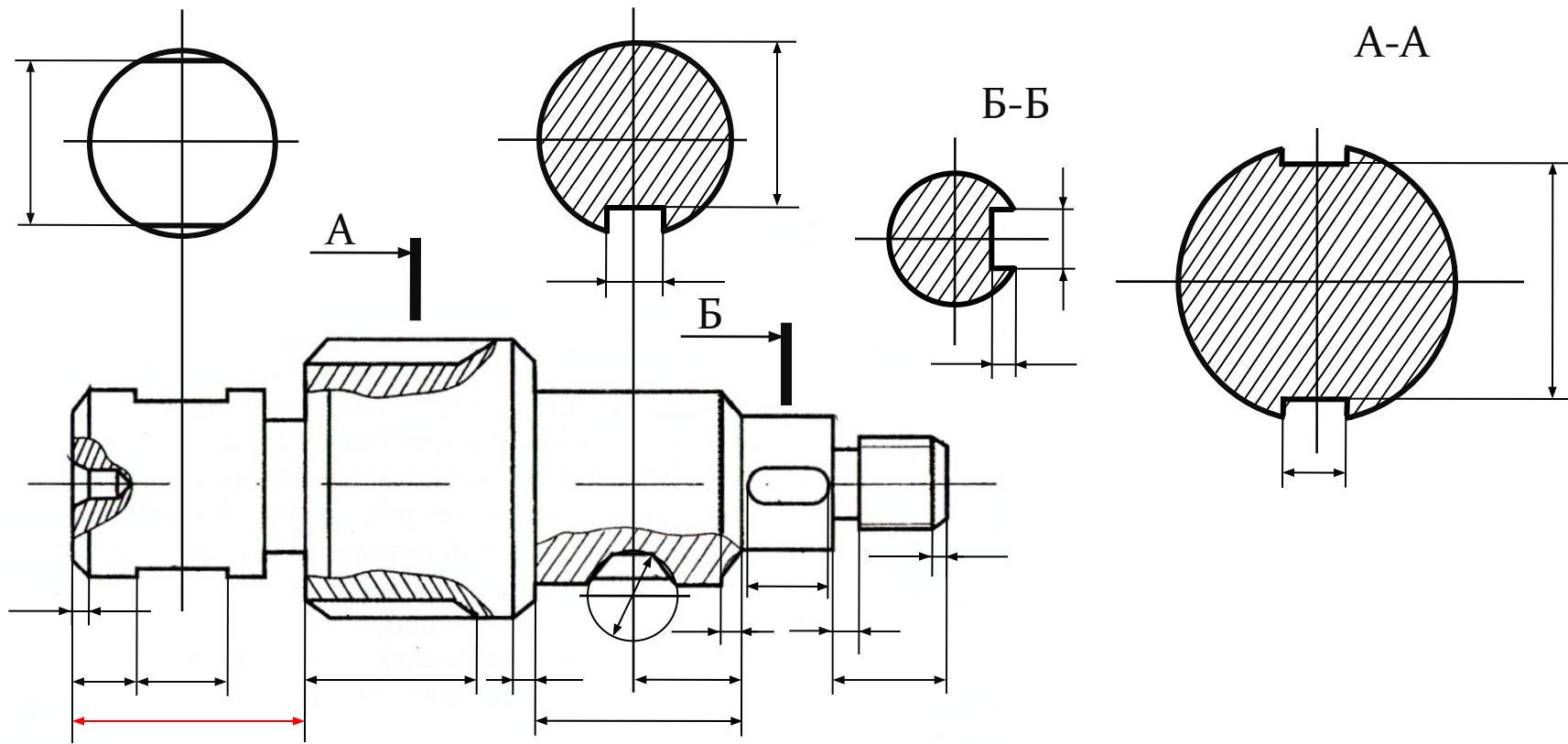


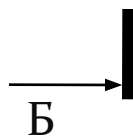
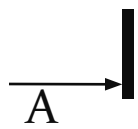
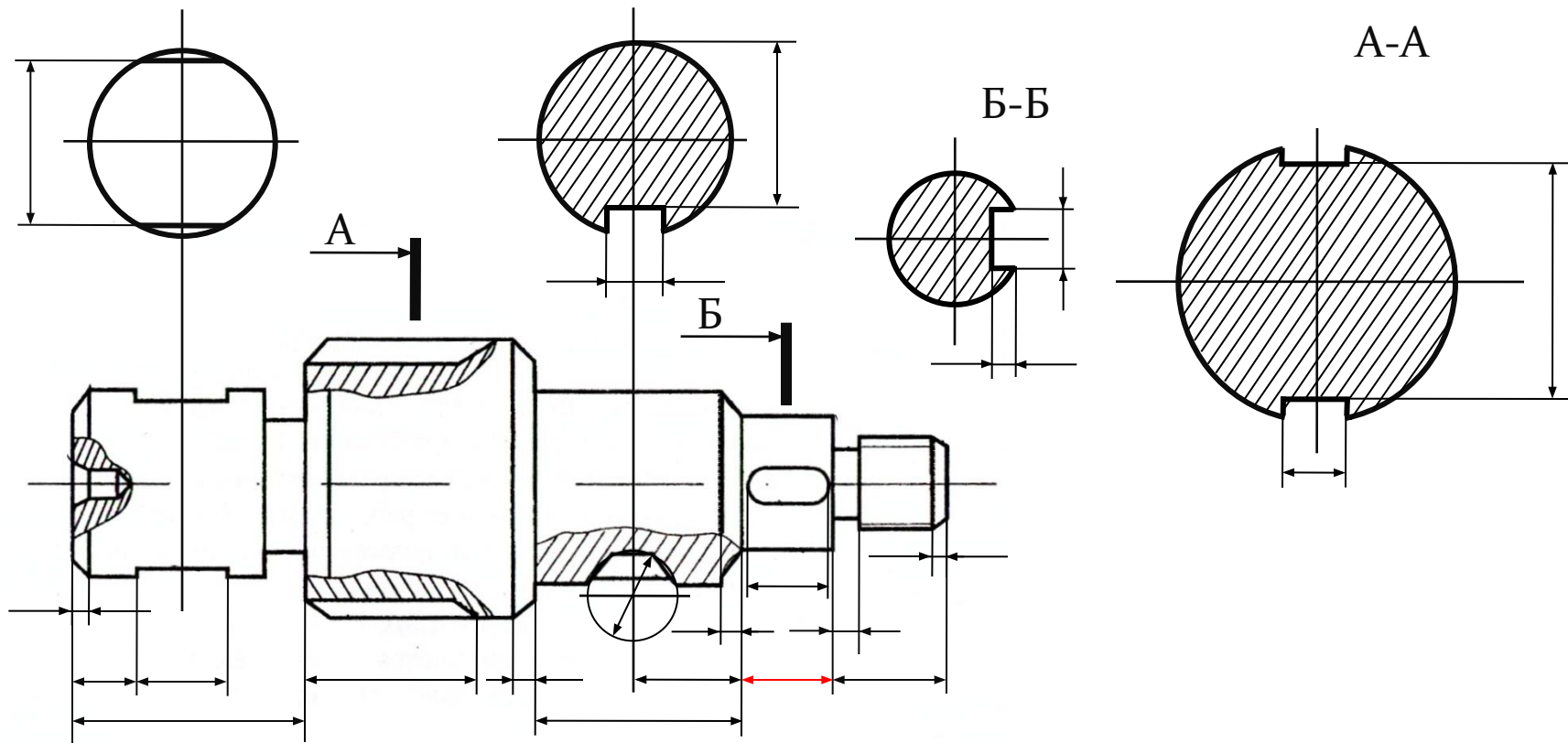


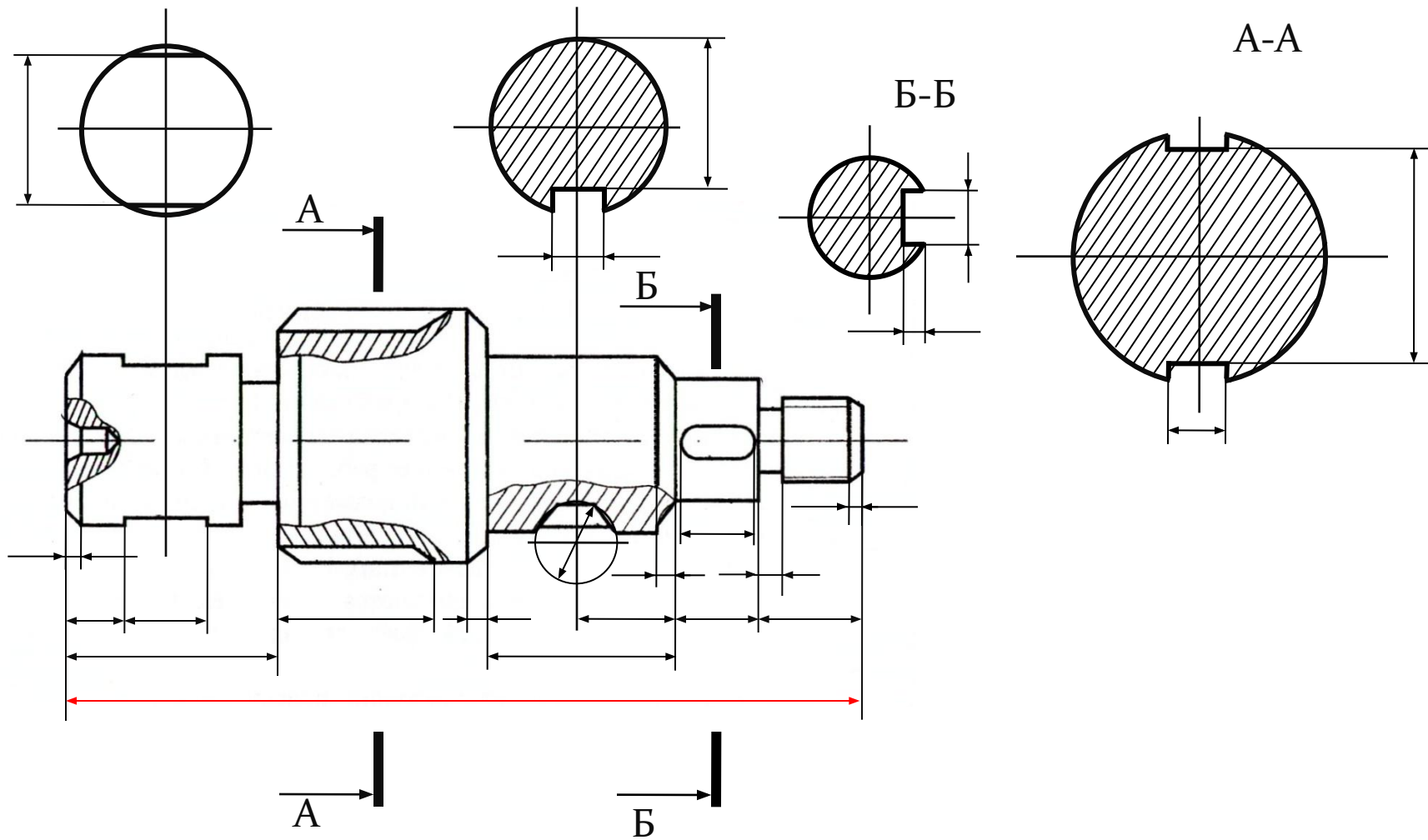


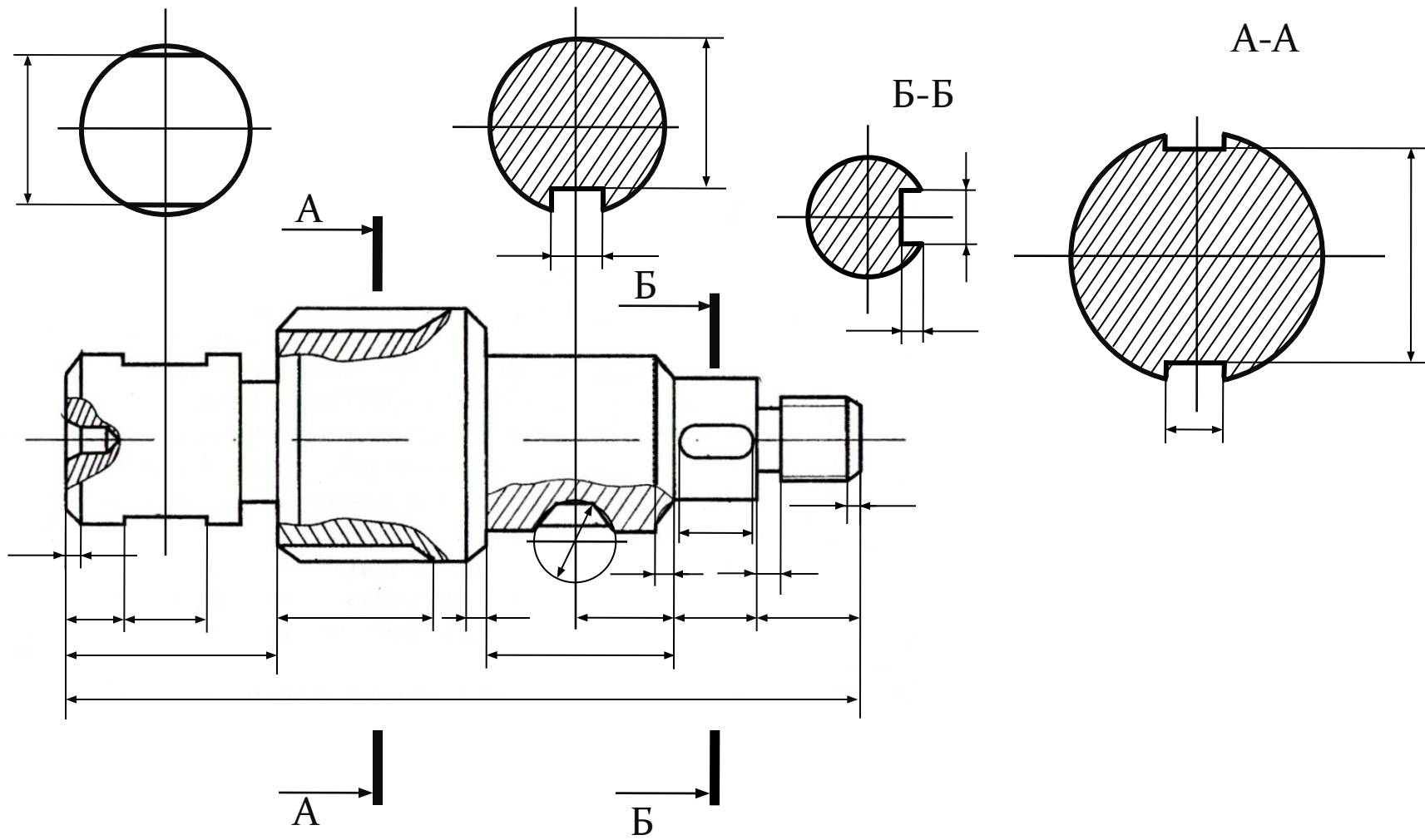




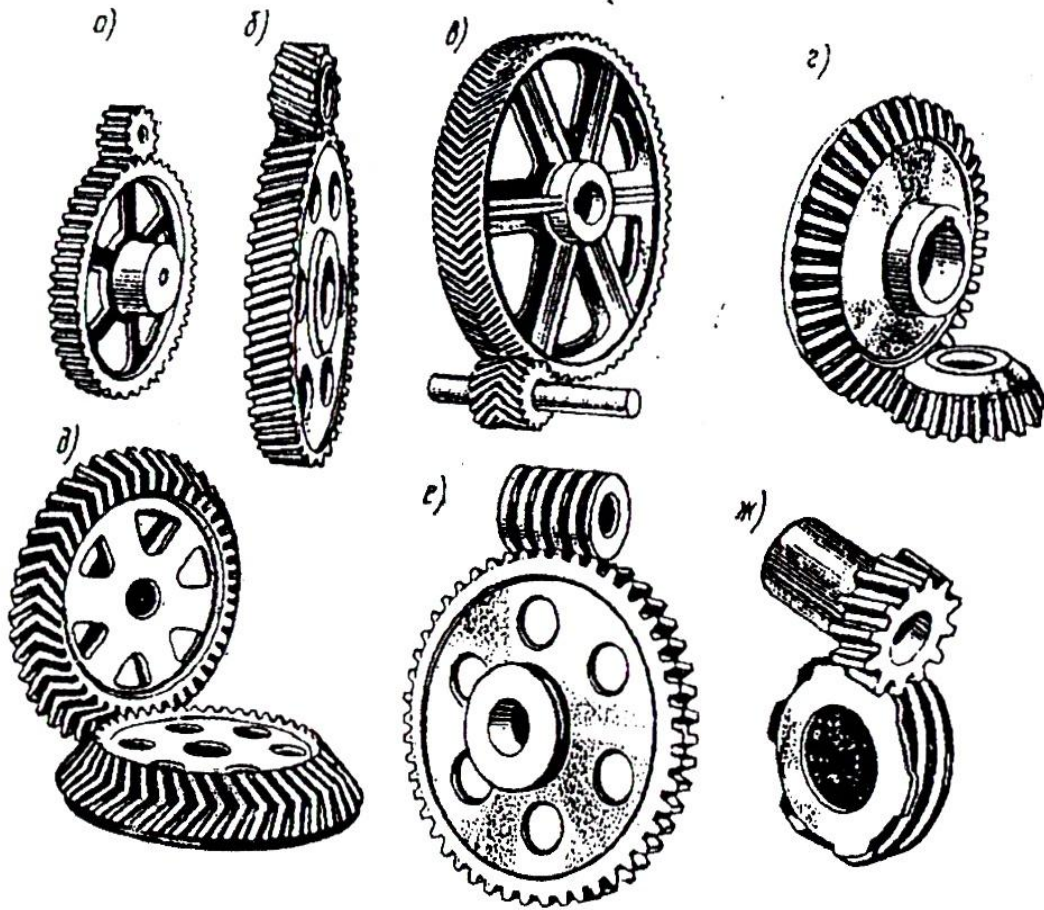






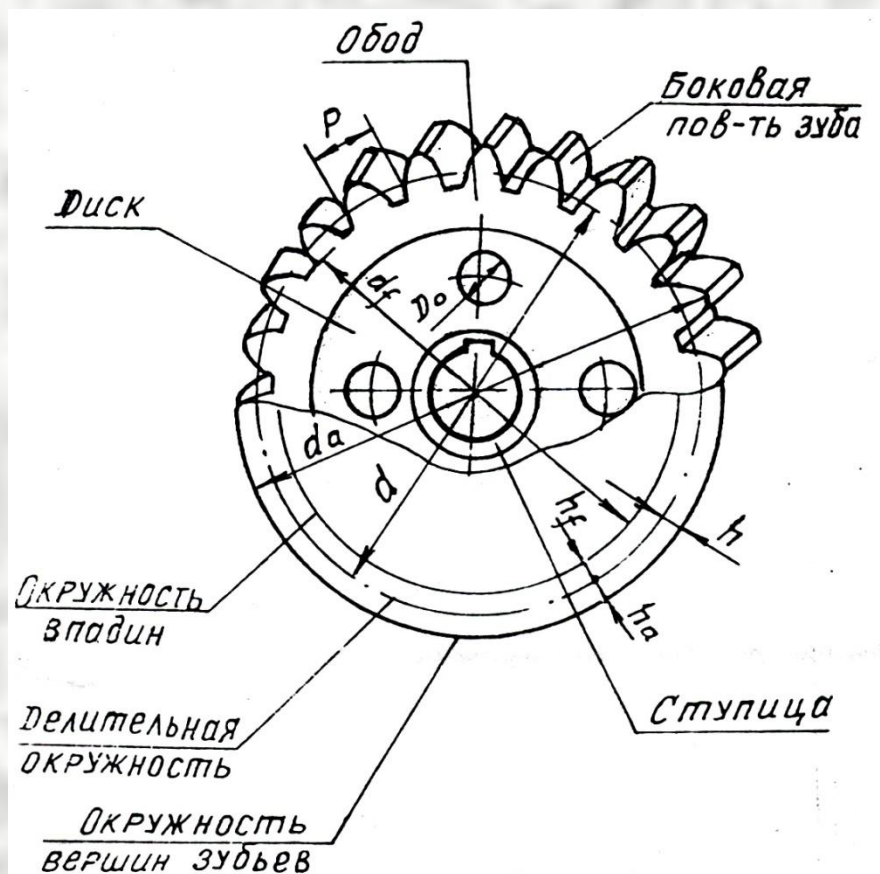


# Зубчатые колеса



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

# Основные параметры зубчатого венца



$P$  – шаг окружной

$Z$  – число зубьев

$d_a$  – диаметр  
окружности вершин

$d_f$  – диаметр  
окружности впадин

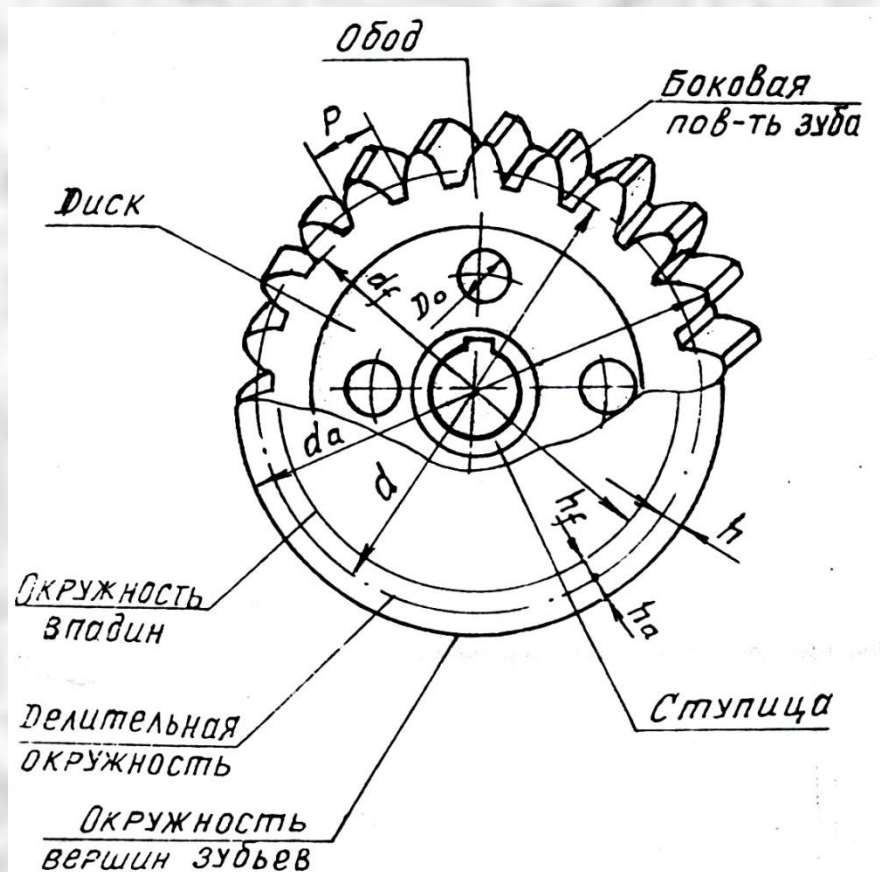
$d$  – диаметр  
делительной  
окружности

$h$  – высота зуба

$h_a$  – высота головки зуба

$h_f$  – высота ножки зуба

# Основные параметры зубчатого венца



Основной параметр зубчатого зацепления – модуль, определяемый отношением:

$$m = \frac{d}{z}$$

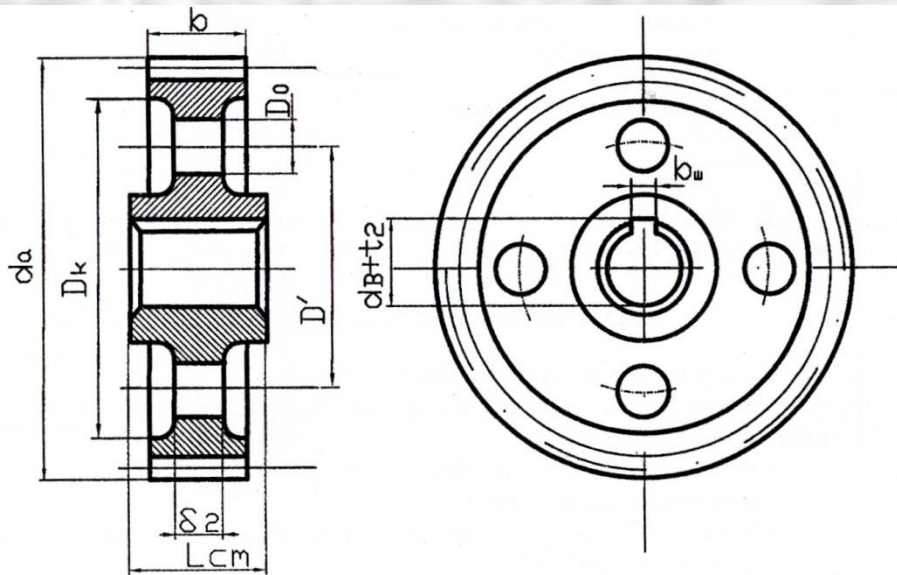
Модуль принимают по ГОСТ 9563-60 (СТ СЭВ 310-78):

1 ряд	1	1,25	1,15	2	2,5	3	4	5	6	8	10
2 ряд	1,12	1,37	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11

Предпочитают модули первого ряда.



# Расчет и конструктивное оформление зубчатого колеса



Номер варианта	Число зубьев	Диаметр вершин
'''	'''	'''
6	45	141
7	46	144
8	55	171
9	35	148
<b>10</b>	<b>40</b>	<b>168</b>
11	60	155
'''	'''	'''

Из таблицы исходных данных выбираем значения:

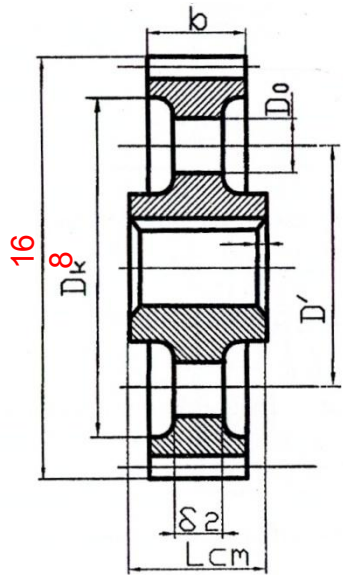
$$A: \begin{cases} Z = 40 \text{ и} \\ d_a = 168 \text{ и} \end{cases}$$

С эскиза:

$$B: \begin{cases} d_b = 44 \text{ и} \\ l_{\text{от.и.}} = 45 \text{ и} \end{cases}$$

Расчет С →

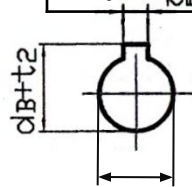
# Расчет - С



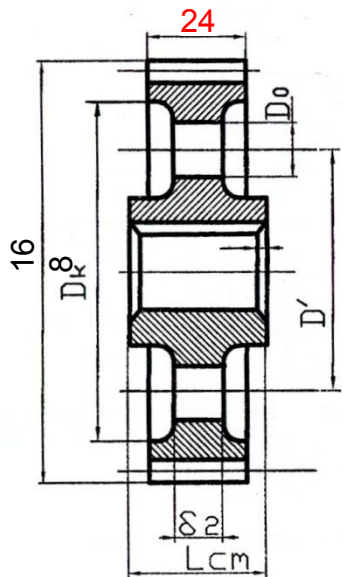
Модуль	$m$	4
Число зубьев	$Z$	40
Диаметр Диаметр Окружности Окружности вершин вершин	$d_a$ $d_a$	168

$$m = d_a / (Z + 2) = 168 / 40 = 4.2$$

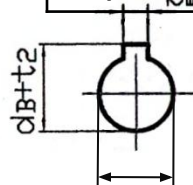
$$2 = 4$$



# Расчет - С



Модуль	m	4
Число зубьев	Z	40
Диаметр окружности вершин	$d_a$	168



$$m = d_a / (Z + 2) = 168 / 4$$

$$2 = 4$$

$$d = 4 * 40 = 160$$

$$h_a = m = 4$$

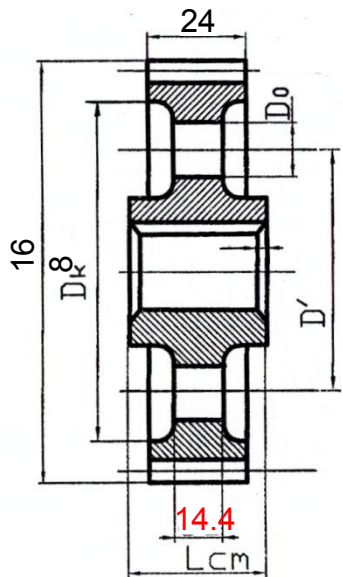
$$h_f = 1.25m = 1.25 * 4 =$$

$$5$$

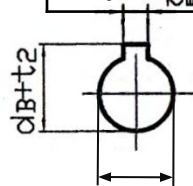
$$d_f = d - 2.5m = 160 - 10 = 150$$

$$B = 6m = 6 * 4 = 24$$

# Расчет - С



Модуль	m	4
Число зубьев	Z	40
Диаметр Диаметр Окружности Окружности вершин вершин	d <sub>a</sub> d <sub>a</sub>	168



$$m = d_a / (z + 2) = 168 / 4$$

$$2 = 4$$

$$d = 4 * 40 = 160$$

$$h_a = m = 4$$

$$h_f = 1.25m = 1.25 * 4 =$$

$$5$$

$$d_f = d - 2.5m = 160 - 10$$

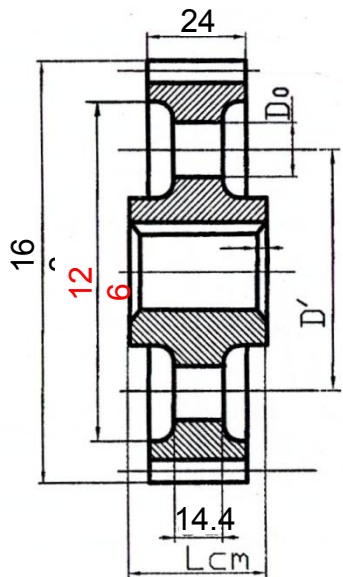
$$= 150$$

$$B = 6m = 6 * 4 = 24$$

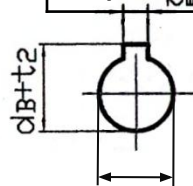
$$\delta_1 = 3 * m = 12$$

$$\delta_2 = 3.6 * m = 14.4$$

# Расчет - С



Модуль	m	4
Число зубьев	Z	40
Диаметр Диаметр Окружности Окружности вершин вершин	$d_a$ $d_a$	168



$$m = d_a / (Z + 2) = 168 / 42 = 4$$

$$d = 4 * 40 = 160$$

$$h_a = m = 4$$

$$h_f = 1.25m = 1.25 * 4 = 5$$

$$d_f = d - 2.5m = 160 - 10 = 150$$

$$B = 6m = 6 * 4 = 24$$

$$\delta_1 = 3 * m = 12$$

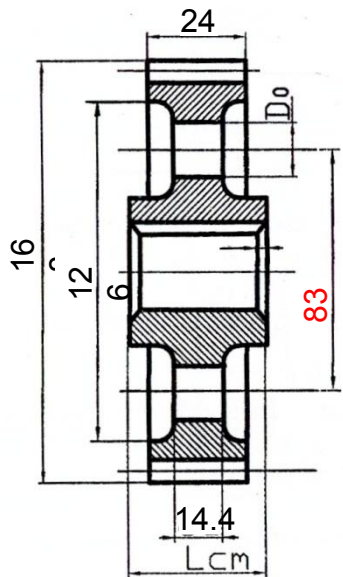
$$\delta_2 = 3.6 * m = 14.4$$

$$D_{CT} = 1.6 * d_b = 1.6 * 44 = 70.4 \sim 70$$

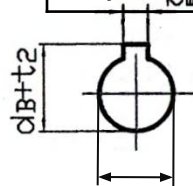
0

$$D_K = D_f - 2\delta_1 = 150 - 2 * 12 = 150 - 24 = 126$$

# Расчет - С



Модуль	m	4
Число зубьев	Z	40
Диаметр окружности вершин	$d_a$	168



$$m = d_a / (Z + 2) = 168 / 42 = 4$$

$$d = 4 * 40 = 160$$

$$h_a = m = 4$$

$$h_f = 1.25m = 1.25 * 4 = 5$$

$$d_f = d - 2.5m = 160 - 10 = 150$$

$$B = 6m = 6 * 4 = 24$$

$$\delta_1 = 3 * m = 12$$

$$\delta_2 = 3.6 * m = 14.4$$

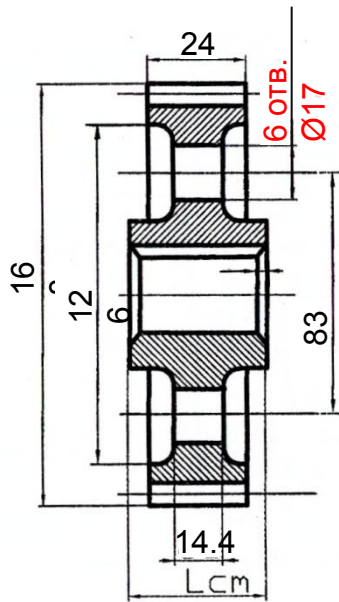
$$D_{CT} = 1.6 * d_b = 1.6 * 44 = 70.4 \sim 70$$

$$D_K = D_f - 2\delta_1 = 150 - 2 * 12 = 150 - 24 = 126$$

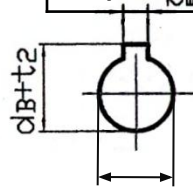
6

$$D_1 = 0.5(D_K + D_{CT}) = 0.5(126 + 70) = 0.5 * 196 = 83$$

# Расчет - С



Модуль	m	4
Число зубьев	Z	40
Диаметр окружности вершин	$d_a$	168



$$m = d_a / (z + 2) = 168 / 42 = 4$$

$$d = 4 * 40 = 160$$

$$h_a = m = 4$$

$$h_f = 1.25m = 1.25 * 4 = 5$$

$$d_f = d - 2.5m = 160 - 10 = 150$$

$$B = 6m = 6 * 4 = 24$$

$$\delta_1 = 3 * m = 12$$

$$\delta_2 = 3.6 * m = 14.4$$

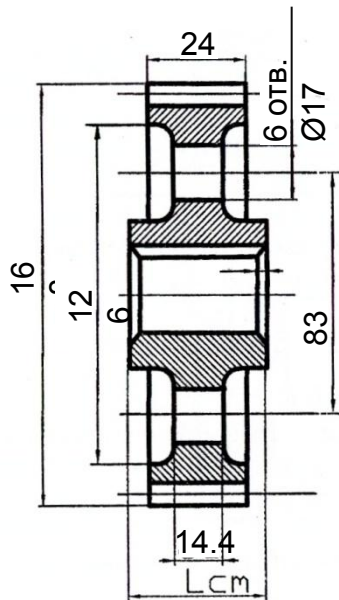
$$D_{CT} = 1.6 * d_b = 1.6 * 44 = 70.4 \sim 70$$

$$D_K = D_f - 2\delta_1 = 150 - 2 * 12 = 150 - 24 = 126$$

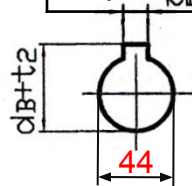
$$D_1 = 0.5(D_K + D_{CT}) = 0.5(126 + 70) = 0.5 * 196 = 98$$

$$D_0 = (D_K - D_{CT}) / (2.5 \dots 3) = (126 - 70) / 2.5 \sim 22.4 \sim 22$$

# Расчет - С



Модуль	m	4
Число зубьев	Z	40
Диаметр окружности вершин	$d_a$	168



$$m = d_a / (z + 2) = 168 / 42 = 4$$

$$d = 4 * 40 = 160$$

$$h_a = m = 4$$

$$h_f = 1.25m = 1.25 * 4 = 5$$

$$d_f = d - 2.5m = 160 - 10 = 150$$

$$B = 6m = 6 * 4 = 24$$

$$\delta_1 = 3 * m = 12$$

$$\delta_2 = 3.6 * m = 14.4$$

$$D_{CT} = 1.6 * d_b = 1.6 * 44 = 70.4 \sim 70$$

$$D_K = D_f - 2\delta_1 = 150 - 2 * 12 = 150 - 24 = 126$$

6

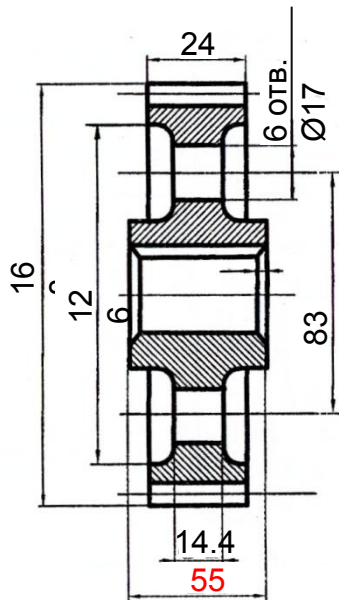
$$D_1 = 0.5(D_K + D_{CT}) = 0.5(126 + 70) = 0.5 * 196 = 83$$

$$D_0 = (D_K - D_{CT}) / (2.5 \dots 3) = (126 - 83) / 2, 5 \sim 17$$

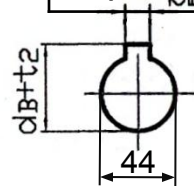
$$D_b = d_b$$



# Расчет - С



Модуль	m	4
Число зубьев	Z	40
Диаметр окружности вершин	$d_a$	168



$$m = d_a / (z + 2) = 168 / 42 = 4$$

$$d = 4 * 40 = 160$$

$$h_a = m = 4$$

$$h_f = 1.25m = 1.25 * 4 = 5$$

$$d_f = d - 2.5m = 160 - 10 = 150$$

$$B = 6m = 6 * 4 = 24$$

$$\delta_1 = 3 * m = 12$$

$$\delta_2 = 3.6 * m = 14.4$$

$$D_{CT} = 1.6 * d_b = 1.6 * 44 = 70.4 \sim 70$$

$$D_K = D_f - 2\delta_1 = 150 - 2 * 12 = 150 - 24 = 126$$

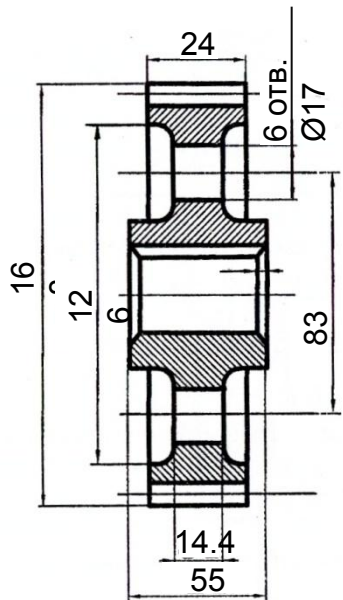
$$6$$

$$D_1 = 0.5(D_K + D_{CT}) = 0.5(126 + 70) = 0.5 * 196 = 83$$

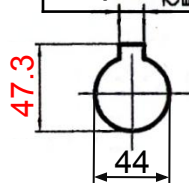
$$D_0 = (D_K - D_{CT}) / (2.5 \dots 3) = (126 - 83) / 2.5 \sim 17$$

$$D_b = d_b$$

# Расчет - С



Модуль	m	4
Число зубьев	Z	40
Диаметр окружности вершин	$d_a$	168



$$m = d_a / (z + 2) = 168 / 42 = 4$$

$$d = 4 * 40 = 160$$

$$h_a = m = 4$$

$$h_f = 1.25m = 1.25 * 4 = 5$$

$$d_f = d - 2.5m = 160 - 10 = 150$$

$$B = 6m = 6 * 4 = 24$$

$$\delta_1 = 3 * m = 12$$

$$\delta_2 = 3.6 * m = 14.4$$

$$D_{ст} = 1.6 * d_b = 1.6 * 44 = 70.4 \sim 70$$

$$D_k = D_f - 2\delta_1 = 150 - 2 * 12 = 150 - 24 = 126$$

$$6$$

$$D_1 = 0.5(D_k + D_{ст}) = 0.5(126 + 70) = 0.5 * 196 = 98$$

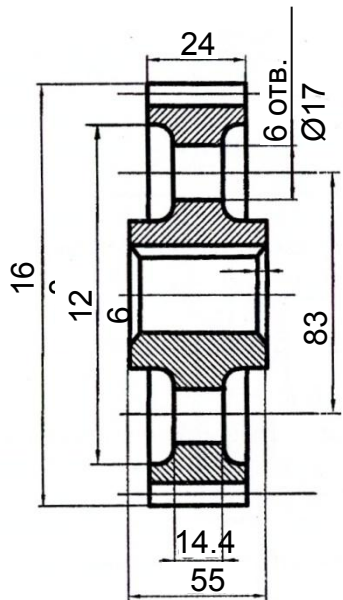
$$D_0 = (D_k - D_{ст}) / (2.5 \dots 3) = (126 - 70) / 2.5 = 56 / 2.5 = 22.4 \sim 22$$

$$D_b = d_b$$

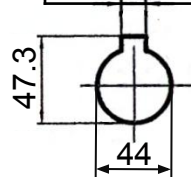
Размеры пазов под шпонку призматическую

$d_b$ (вала)	Св. 12 до 17	Св. 17 до 22	Св. 22 до 30	Св. 30 до 38	Св. 38 до 44	Св. 44 до 50
b	5	6	8	10	12	14
$t_1$	2,3	2,8	3,3			3,8

# Расчет - С



Модуль	m	4
Число зубьев	Z	40
Диаметр окружности вершин	$d_a$	168



$$m = d_a / (z + 2) = 168 / 42 = 4$$

$$d = 4 * 40 = 160$$

$$h_a = m = 4$$

$$h_f = 1.25m = 1.25 * 4 = 5$$

$$d_f = d - 2.5m = 160 - 10 = 150$$

$$B = 6m = 6 * 4 = 24$$

$$\delta_1 = 3 * m = 12$$

$$\delta_2 = 3.6 * m = 14.4$$

$$D_{ст} = 1.6 * d_b = 1.6 * 44 = 70.4 \sim 70$$

$$D_k = D_f - 2\delta_1 = 150 - 2 * 12 = 150 - 24 = 126$$

$$6$$

$$D_1 = 0.5(D_k + D_{ст}) = 0.5(126 + 70) = 98$$

$$5 * 196 = 83$$

$$D_0 = (D_k - D_{ст}) / (2.5 \dots 3) = (126 - 70) / 2.5 = 22.4 \sim 22$$

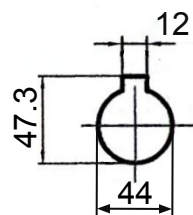
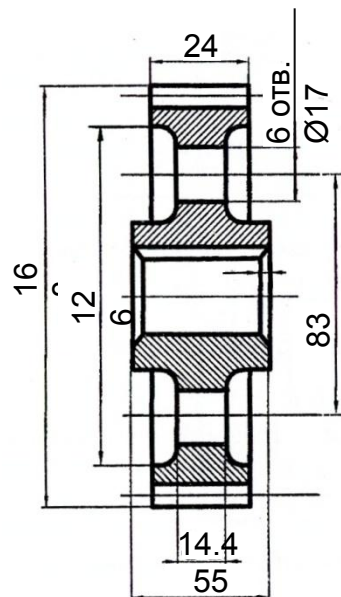
$$5 \sim 17$$

$$D_b = d_b$$

Размеры пазов под шпонку призматическую

$d_b$ (вала)	Св. 12 до 17	Св. 17 до 22	Св. 22 до 30	Св. 30 до 38	Св. 38 до 44	Св. 44 до 50
b	5	6	8	10	12	14
$t_1$	2,3	2,8	3,3			3,8

Модуль	m	4
Число зубьев	Z	40
Диаметр окружности вершин	$d_a$	168



Неуказанные радиусы 3 мм

**РГР НГГ 000000**

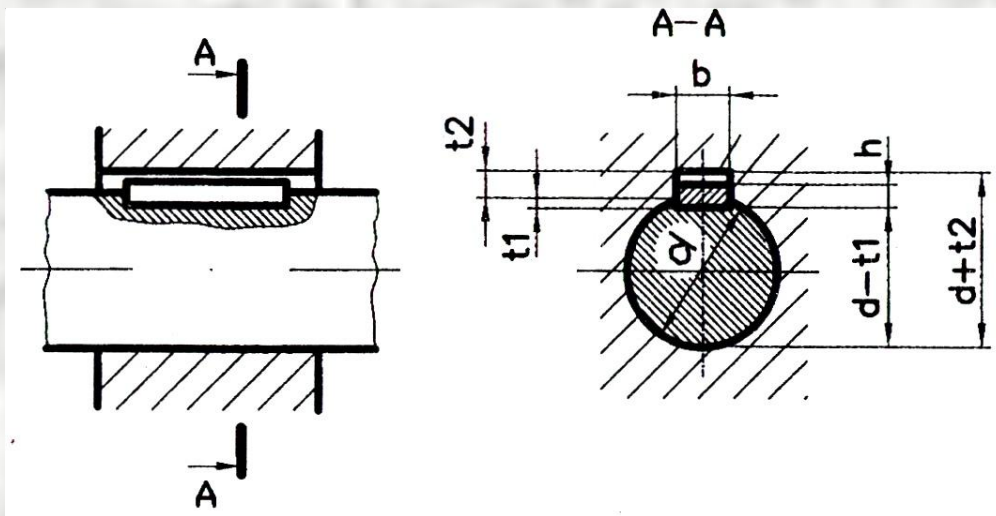
**Колесо  
зубчатое**

**Сталь 45  
ГОСТ 1050-60**

Лит.	Масса	Масштаб
у		
Лист	Листов	

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Мякин		
Пров.		Корабель		
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

# Шпоночные соединения



Из табл. в зависимости от  $d_{\text{в}}$  подбираем размер шпонки:  
 $b$  – ширина,  
 $h$  – высота;  
 $t_1$  – глубина паза вала,  
 $t_2$  – глубина паза ступицы.

Диаметр вала $d_{\text{в}}$		Сечение шпонки		Глубина паза	
от	до	$b$	$h$	вала $t_1$	Ступицы $t_2$
12	17	5	5	3	2.3
17	22	6	6	3.5	2.8
22	30	8	7	4	2.2
30	38	10	8	5	3.3
<b>38</b>	<b>44</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3.3</b>
44	50	14	9	5.5	3.8
50	58	16	10	6	4.3
58	65	18	11	7	4.4