

# ***Шпоночные соединения***

**Шпоночные соединения** – это разъемные подвижные или неподвижные соединения двух деталей, с применением специальных закладных деталей шпонок.

***Достоинства:***

- 1) простота и надёжность конструкции;*
- 2) лёгкость сборки и разборки;*
- 3) простота изготовления и низкая стоимость.*

***Недостатки:***

- 1) ослабление сечений вала и ступицы шпоночным пазом;*
- 2) высокая концентрация напряжений в углах шпоночного паза;*
- 3) для большинства соединений децентровка (смещение оси ступицы относительно оси вала) на половину диаметрального зазора.*

## **Классификация шпоночных соединений:**

### **по степени подвижности:**

- подвижное
- неподвижное

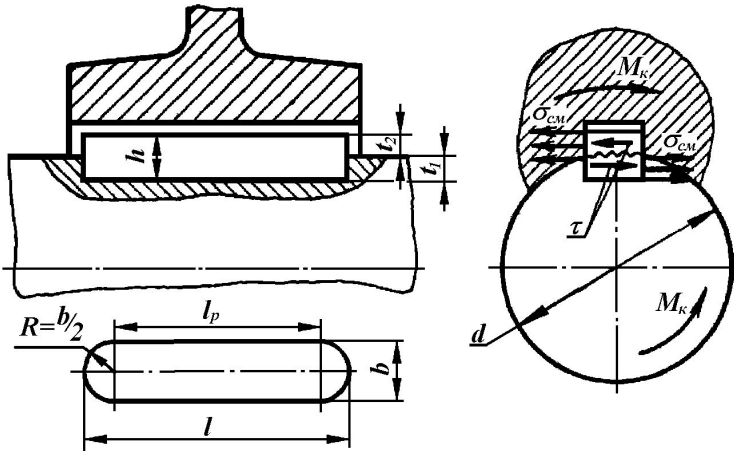
### **по усилиям, действующим в соединении:**

- напряжённые – в которых напряжения создаются при сборке и существуют независимо от наличия рабочей нагрузки (все напряжённые соединения являются неподвижными)
- ненапряжённые – в которых напряжения возникают только при воздействии рабочей нагрузки

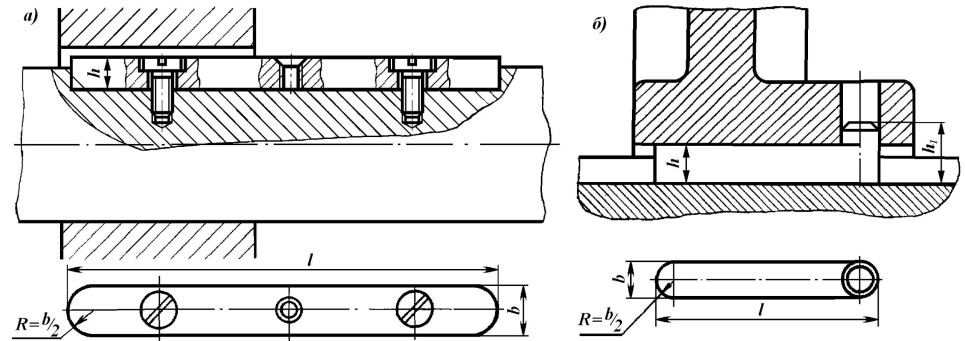
### **по виду применяемых шпонок:**

- с призматической шпонкой, неподвижные или подвижные;
- с сегментной шпонкой;
- с цилиндрической шпонкой;
- с клиновой шпонкой, соединение напряжённое;
- с тангенциальной шпонкой, соединение напряжённое;

# Соединение призматической шпонкой



Неподвижное соединение призматической шпонкой.



Подвижные соединения призматической шпонкой:

- а) направляющая шпонка;
- б) скользящая шпонка.

## Виды призматических шпонок:

- закладные;
- направляющие;
- скользящие.

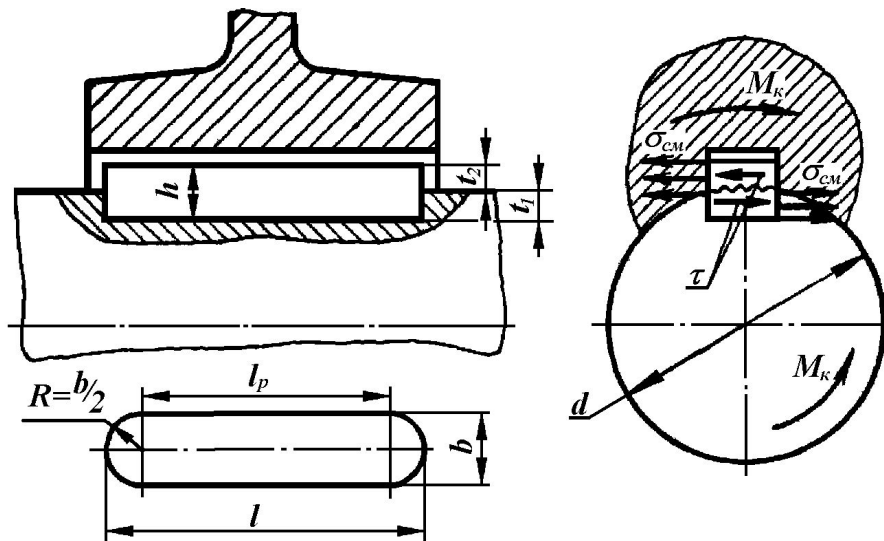
## Материал шпонок:

нормальных – стали машиностроительные 40; 45; 50; 55;

ответственных – легированные стали, например, 40Х, 40ХН, 25ХГС, и др.

## Размеры призматических шпонок

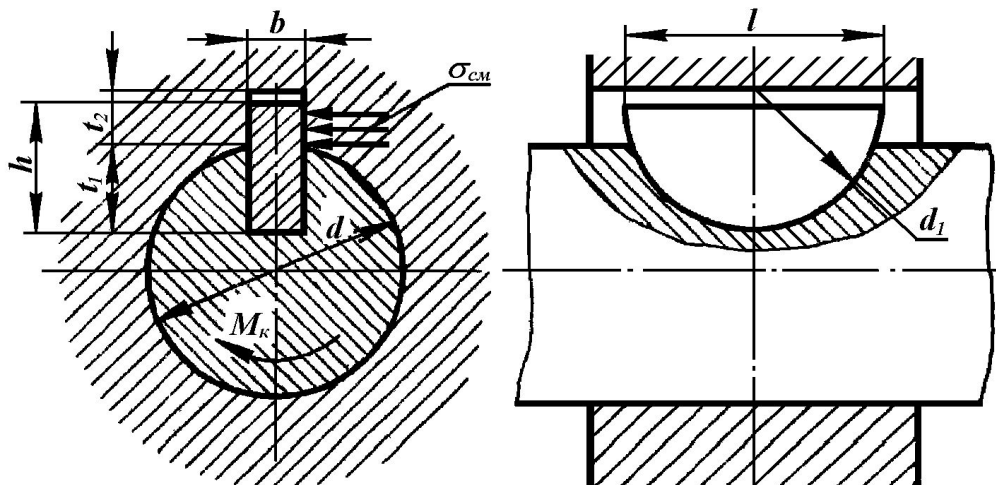
Размеры сечения призматических шпонок стандартизованы для различных диаметров валов. :



Ориентировочные размеры шпоночного соединения призматической шпонкой

- Ширина шпонки, шпоночных пазов вала и ступицы -  $b \approx (0,2 \dots 0,3) \cdot d$   
где  $d$  - диаметр вала;
- отношение высоты шпонки к её ширине  $h/b = 1:1 \dots 1:2$
- глубина шпоночного паза на валу  $t_1 = 0,6 \cdot h$
- глубина паза ступицы  $t_2 = 0,5 \cdot h$
- радиальный зазор между дном паза ступицы и верхней гранью шпонки  $c = 0,1 \cdot h$
- высота шпонки  $h = (t_1 + t_2) - c$

## Сегментные шпонки



Соединение сегментной шпонкой

### Достоинства:

- 1) не требует индивидуальной подгонки;
- 2) просты в изготовлении;
- 3) удобны при монтаже

### Недостаток:

более значительно ослабляет поперечное сечение вала.

### Ориентировочные размеры шпоночного соединения сегментной шпонкой

- Ширина шпонки, шпоночных пазов вала и ступицы -
- диаметр вала
- глубина шпоночного паза на валу
- глубина паза ступицы
- высота шпонки
- длина шпонки
- диаметр шпонки

$$b \approx (0,2 \dots 0,3) \cdot d$$
$$d$$
$$t_1$$
$$t_2$$
$$h \approx 0,4 d_1$$
$$l \approx d_1$$
$$d_1$$

## Расчет призматической и сегментной шпонки

*Основным критерием работоспособности шпоночных соединений является прочность.*

*Призматические и сегментные шпонки рассчитываются одинаково.*

**Расчет шпонки на смятие:**

*$T$  – вращающий момент*

*$h$  – высота шпонки*

*$t_1$  – глубина паза на валу*

*$b$  – ширина шпонки*

*$l_p$  – рабочая длина шпонки*

*$l_p = l$  для шпонки с плоскими торцами*

*$l_p = l - b$  для шпонки со скруглениями*

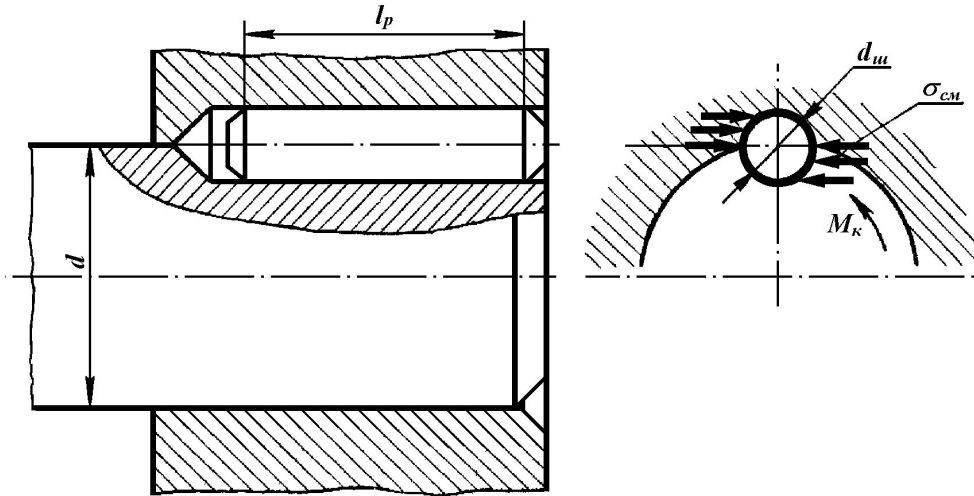
*$l$  – полная длина шпонки*

*Допустимое напряжение смятия при стальной ступице:*

**Расчет шпонки на срез (сегментной):**

*Допустимое напряжение среза:*

## Цилиндрические шпонки



Соединение цилиндрической шпонкой.

Применяют на концевых участках валов.

Подбор диаметра шпонки производят по напряжениям смятия:

$$\sigma_{см} = \frac{4 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot d_{ш}} \leq [\sigma]_{см}$$

$T$  – передаваемый крутящий момент;

$d$  – диаметр вала ;

$d_{ш}$  – диаметр шпонки

$l_p$  – расчетная длина шпонки