

Шпоночные соединения

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

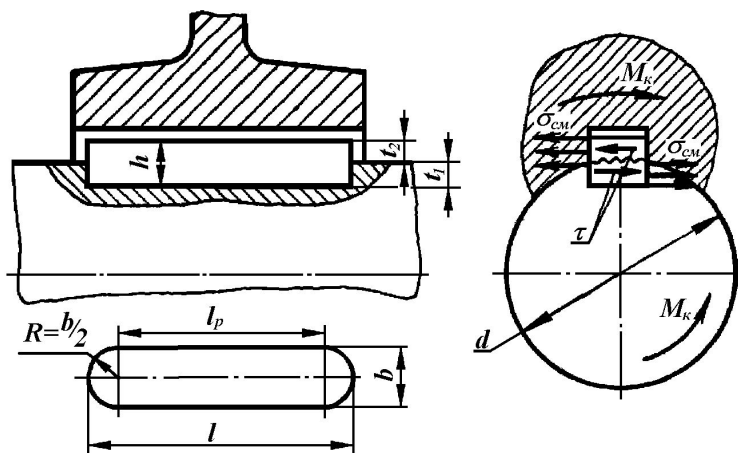
по усилиям, действующим в соединении:

- 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

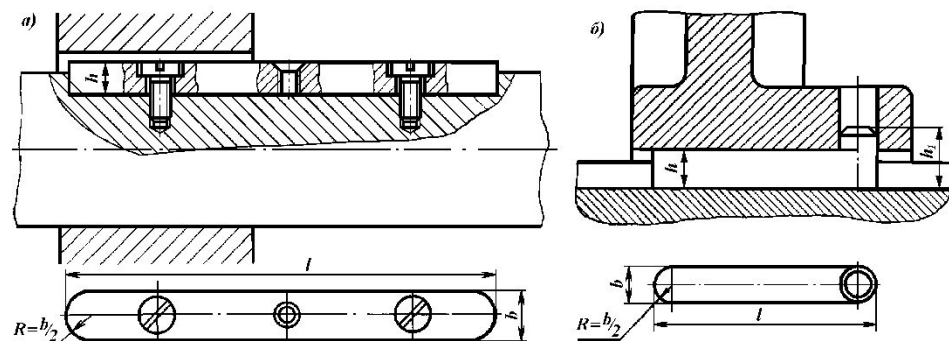
по виду применяемых шпонок:

- 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.

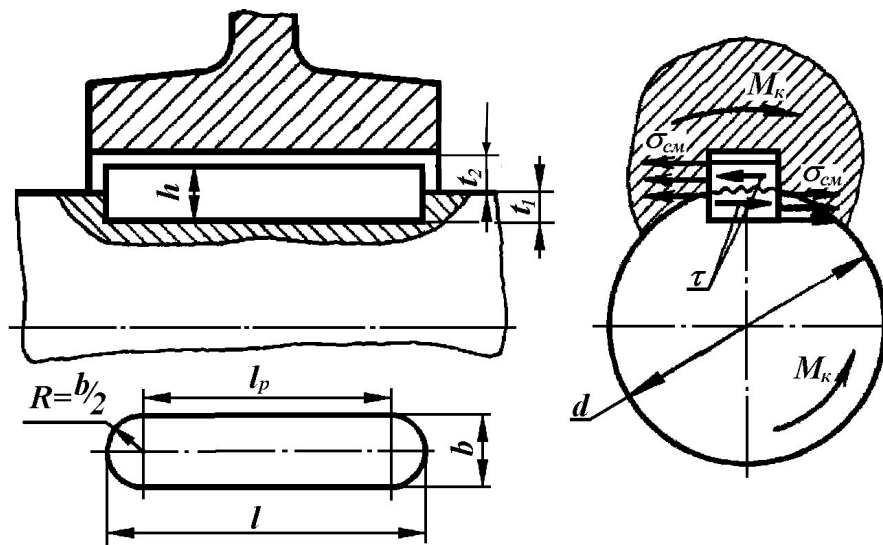
Материал шпонок:

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

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

Размеры призматических шпонок

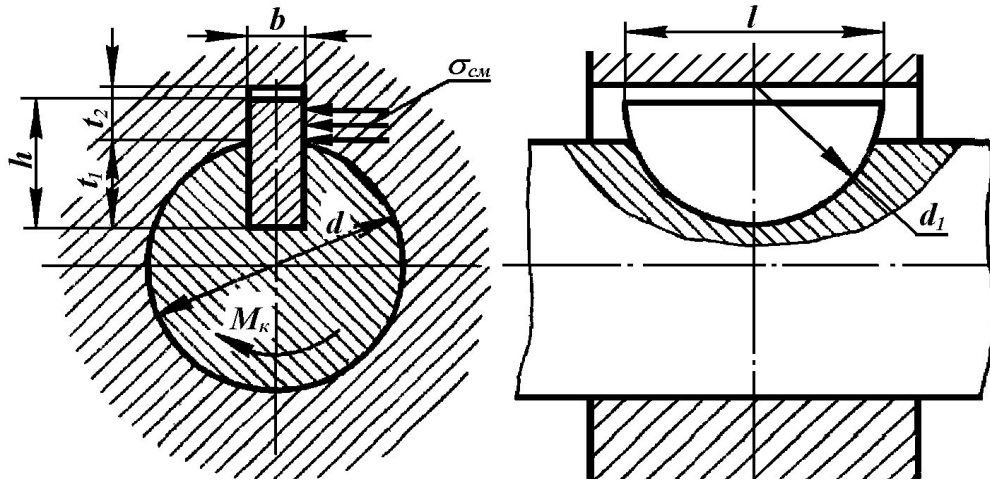
Размеры сечения призматических шпонок стандартизованы для различных диаметров валов



Ориентировочные размеры шпоночного соединения призматической шпонкой:

ширина шпонки, шпоночных пазов вала и ступицы	$b \approx (0,2 \dots 0,3)d$
отношение высоты шпонки к её ширине	$h/b = 1:1 \dots 1:2$
глубина шпоночного паза на валу	$t_1 = 0,6h$
глубина паза ступицы	$t_2 = 0,5h$
радиальный зазор между дном паза ступицы и верхней гранью шпонки	$c = 0,1h$
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	$b \approx (0,2 \dots 0,3)d$
диаметр вала	d
глубина шпоночного паза на валу	t_1
глубина паза ступицы	t_2
длина шпонки	$l \approx d_1$
высота шпонки	$h \approx 0,4 d_1$
диаметр шпонки	d

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

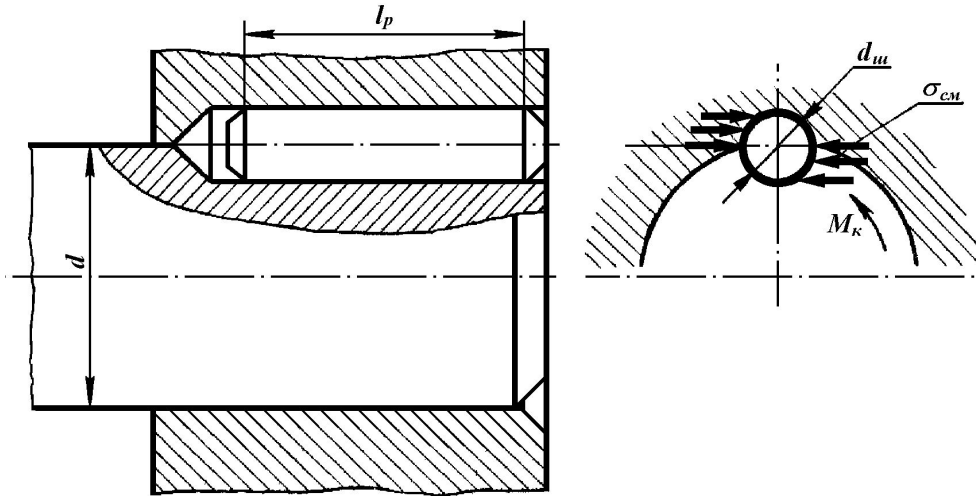
l – полная длина шпонки

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

Для призматических шпонок из стали 45

- при постоянной нагрузке и непрерывной работе

$$[\sigma]_{\text{см}} = (50 \dots 70) \text{ МПа}$$

- при работе соединения с 50% загрузкой по времени

$$[\sigma]_{\text{см}} = (130 \dots 180) \text{ МПа}$$

- при проверке соединения на предельные статические нагрузки

$$[\sigma]_{\text{см}} = 200 \text{ МПа}$$

Для подвижных соединений с целью предупреждения образования задиров и заедания при осевом перемещении ступицы допускаемые напряжения снижают ещё в 2...4 раза. При незакалённых поверхностях соединяемых деталей подвижного соединения принимают

$$[\sigma]_{\text{см}} = (10 \dots 30) \text{ МПа}$$