

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шпоночные соединения служат для закрепления деталей на валах и осях и предназначены для передачи крутящего момента.

Все шпоночные соединения можно разделить на две группы: напряженные и ненапряженные.

К первой группе относятся клиновые шпонки.

Ко второй – призматические и сегментные.

Размеры шпонок и допуски на них стандартизованы.

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соединения клиновыми шпонками

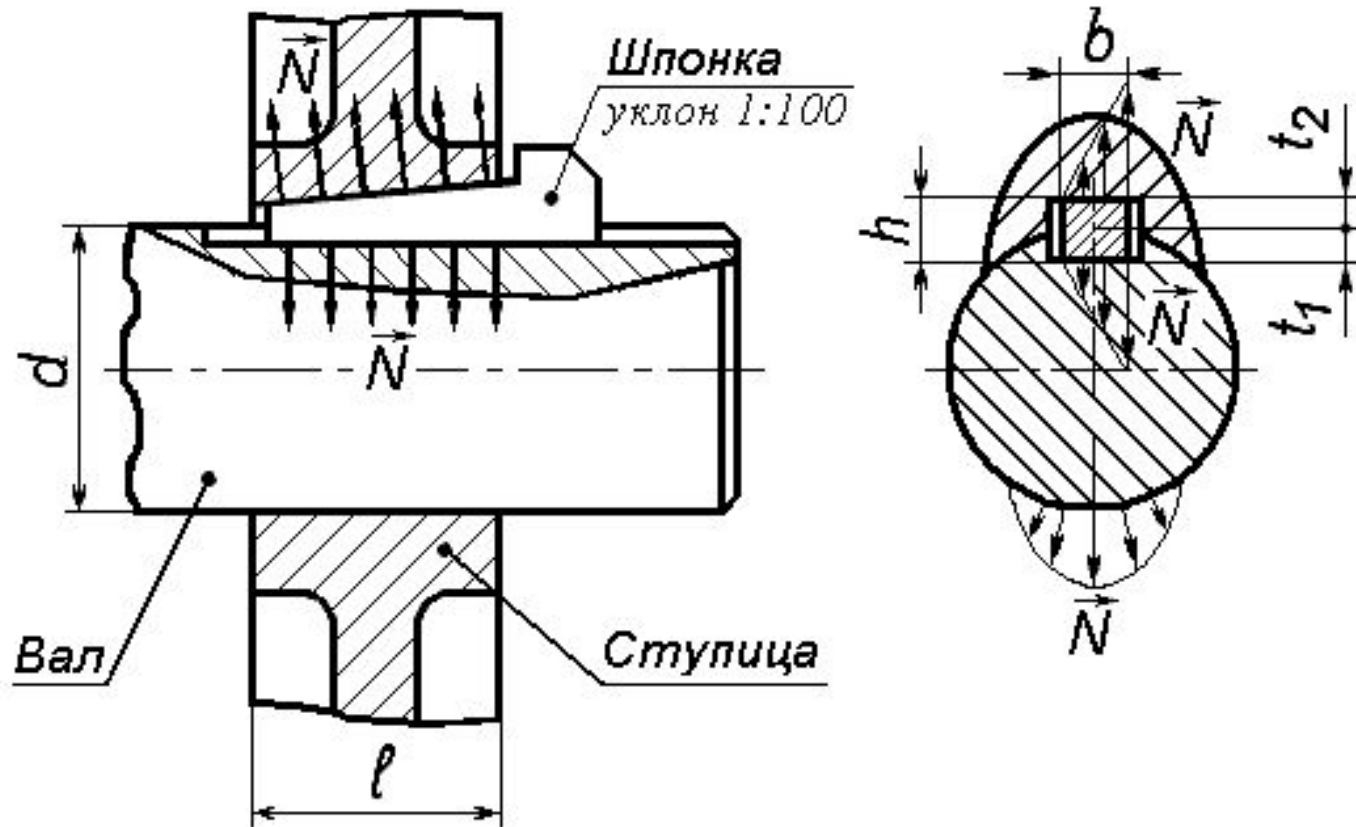


Рисунок 1 – Соединение клиновой шпонкой



ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Передача крутящего момента клиновыми шпонками (ГОСТ 8791) производится за счет сил трения, которые образуются в соединении от запрессовки шпонки. При этом возникают напряжения до приложения рабочей нагрузки.

Паз в ступице обрабатывается с уклоном, равным уклону шпонки (1 : 100), что часто требует индивидуальной пригонки шпонки по пазу. Кроме того, клиновья форма шпонки может вызвать перекос детали, при котором ее торцевая плоскость не будет перпендикулярна к оси вала.

Эти недостатки послужили причиной резкого сокращения применения клиновых шпонок в условиях современного производства.

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Рабочие поверхности шпонки испытывают напряжения смятия и рассчитываются по условию прочности

$$\sigma_{см} = \frac{2T}{b \cdot l \cdot \left(f \cdot d + \frac{1}{6}b \right)} \leq [\sigma_{см}], \quad (1)$$

где T – крутящий момент, передаваемый шпонкой, $H \cdot мм$;

b – ширина шпонки, $мм$;

l – рабочая длина шпонки, $мм$;

f – 0,13...0,18 – коэффициент трения скольжения;

d – диаметр вала, $мм$;

$[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение смятия материала шпонки, $МПа$.

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соединения призматическими шпонками

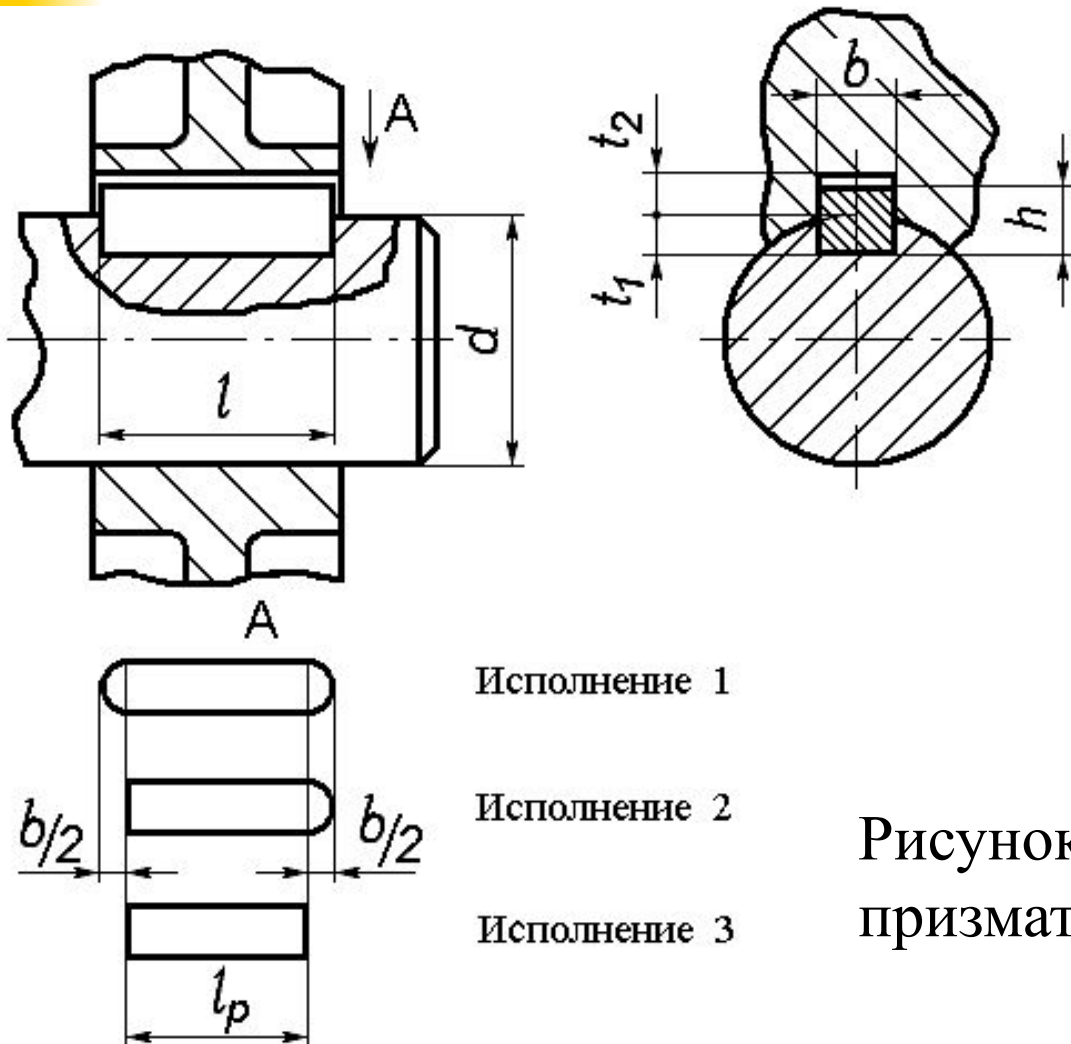


Рисунок 2 – Соединение призматической шпонкой

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соединения призматическими шпонками

Соединение призматическими шпонками ненапряженное и требует изготовления вала и отверстий в ступице с большей точностью. Крутящий момент передается боковыми гранями шпонки. При этом на них возникают напряжения смятия $\sigma_{см}$, а в продольном сечении шпонки напряжения среза $\tau_{ср}$.

Напряжения определяются по следующим условиям прочности

$$\sigma_{см} = \frac{4,4T}{z \cdot h \cdot l_p \cdot d} \leq [\sigma_{см}]; \quad (2)$$

$$\tau_{ср} = \frac{2T}{b \cdot l_p \cdot d} \leq [\tau_{ср}], \quad (3)$$

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соединения призматическими шпонками

где T – передаваемый крутящий момент, $H \cdot мм$;
 h и b – высота и ширина шпонки, $мм$, выбираемые по ГОСТ 8788 в зависимости от диаметра вала d , $мм$;
 Z – количество шпонок, *шт*;
 l_p – рабочая длина шпонки, которая определяется от исполнения шпонки, $мм$;
 $[\sigma_{см}]$, $[\tau_{ср}]$ – допускаемые напряжения смятия и среза материала шпонки, $МПа$.

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соединение сегментными шпонками

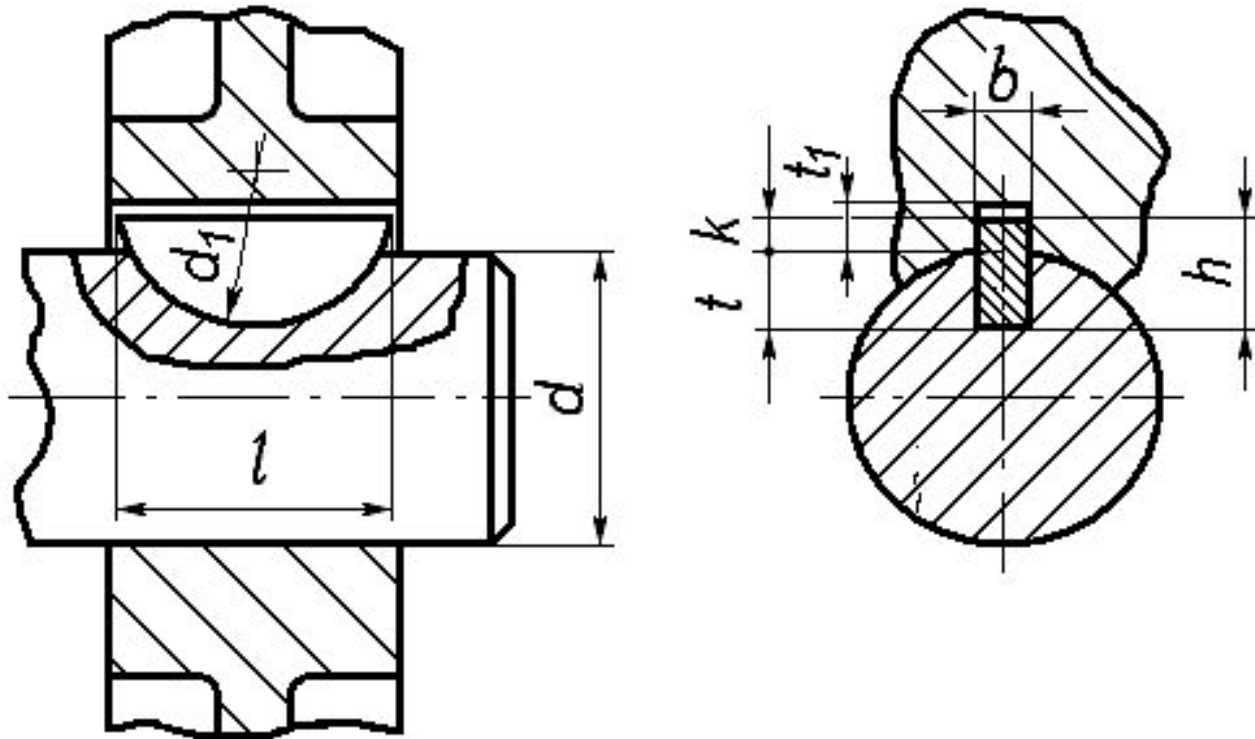


Рисунок 3 – Соединение сегментной шпонкой



ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соединение сегментными шпонками

Принцип работы сегментных шпонок аналогичен работе призматических шпонок. Глубокая посадка шпонки в вал обеспечивает более устойчивое положение, чем у призматической шпонки. Шпоночный паз для сегментных шпонок фрезеруют специальной фрезой, соответствующей размеру шпонки.

Однако глубокий паз значительно ослабляет вал.

Сегментные шпонки рассчитывают так же, как и призматические из условия прочности на смятие и на срез

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соединение сегментными шпонками

$$\sigma_{см} = \frac{2T}{z \cdot d \cdot l \cdot k} \leq [\sigma_{см}]; \quad (4)$$

$$\tau_{ср} = \frac{2T}{z \cdot b \cdot l \cdot d} \leq [\tau_{ср}], \quad (5)$$

где k – возвышение шпонки над валом, $k = h - t$, мм;
 t – глубина шпоночного паза на валу, мм.



ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Материал шпонок и допускаемые напряжения

Шпонки изготавливаются из чистотянутых прутков из углеродистых сталей по ГОСТ 1050 с пределом прочности не ниже $\sigma_B = 500 \text{ МПа}$, реже легированных сталей 40Х, 45Х по ГОСТ 4543 $\sigma_B = 600 - 700 \text{ МПа}$.

Величина допускаемых напряжений зависит от режима работы, прочности материала вала и втулки, типа посадки втулки на вал (см. таблицу 1).

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Таблица 1 – Величины допускаемых напряжений

Соединение	Материал	Нагрузка		
		Спокойная	Слабые толчки	Ударная
		Напряжение смятия $[\sigma_{см}]$, МПа		
Неподвижное	Сталь	150	120	90
	Чугун	80	53	27
Подвижное	Сталь	50	40	30
Неподвижное, подвижное	Напряжение среза $[\tau_{ср}]$, МПа			
	Сталь	90	72	54

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шлицевые соединения

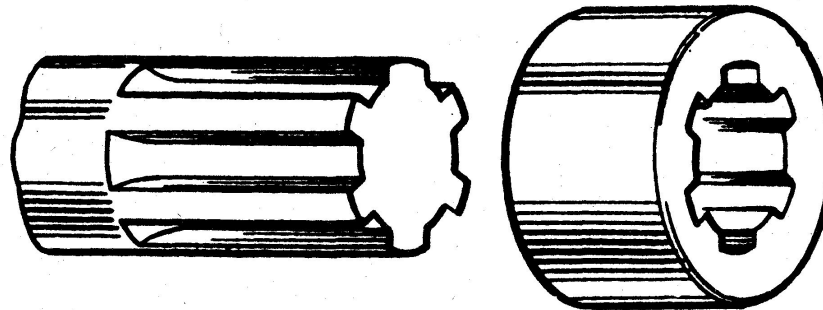


Рисунок 4- Детали шлицевого соединения

Шлицевым называется разъемное соединение составных частей изделия с применением пазов (шлицев) и выступов. Шлицевые соединения бывают подвижные и неподвижные.

Шлицевое соединение можно представлять как многошпоночное, у которого шпонки выполнены за одно целое с валом.

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шлицевые соединения по сравнению со шпоночными обладают значительными *преимуществами*, а именно:

- меньшее число деталей в соединении;
- значительно большая нагрузочная способность за счет большей площади контакта рабочих поверхностей вала и ступицы;
- меньшая концентрация напряжений в материале вала и ступицы;
- лучшее центрирование соединяемых деталей и более точное направление при осевом перемещении;
- высокая надежность при динамических и реверсивных нагрузках.

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Эти преимущества обеспечили широкое распространение шлицевых соединений в автомобильной, тракторной, станкостроительной и других отраслях промышленности.

Недостатки шлицевых соединений — высокая трудоемкость и стоимость их изготовления.

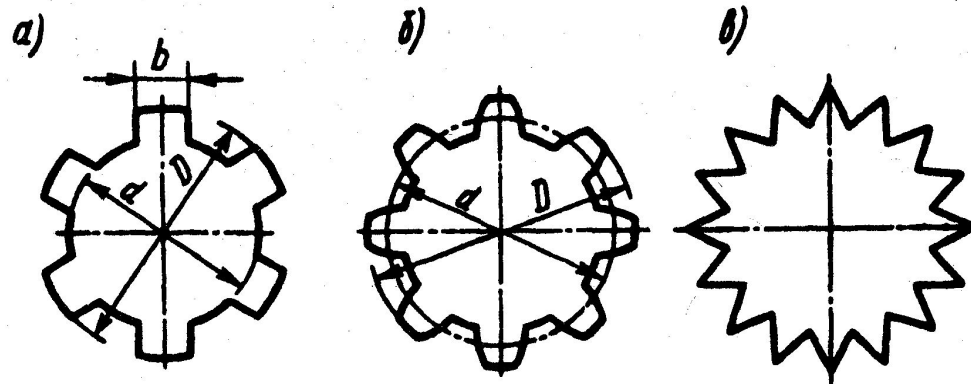


Рисунок 5- Типы шлицевых соединений

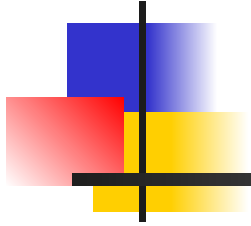


ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Основные типы шлицевых соединений показаны на рисунке 5: прямобочное (*a*), эвольвентное (*б*), треугольное (*в*). Первые два типа шлицевых соединений стандартизованы.

Наибольшее распространение имеют соединения шлицевые прямобочные, размеры и допуски которых регламентированы ГОСТом. Эти соединения применяют, например, для посадки подвижных и неподвижных зубчатых колес на валы в коробках передач металлорежущих станков. Стандарт предусматривает прямобочные шлицевые соединения трех серий: легкой, средней (обе с числом зубьев от 6 до 10) и тяжелой (с числом зубьев от 10 до 20), отличающихся друг от друга высотой зубьев и, следовательно, нагрузочной способностью.

ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ



ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

