

Валы и оси.

Валы служат для поддержания вращающихся деталей (зубчатые колеса, шкивы, звездочки, барабаны и другие) и передают крутящий момент. Оси крутящего момента не передают. Вал вращается всегда, а ось может быть вращающейся или невращающейся.

Классификация валов:

1. По назначению:

- а) коренные валы (вал электродвигателя, вал турбины и т.д.)
- б) передаточные валы (все остальные)

2. По форме оси вращения:

а) прямые валы



б) коленчатые валы



в) гибкие валы

Наибольшее распространение имеют прямые валы.

Коленчатые валы применяются в поршневых машинах.

Гибкие валы допускают передачу вращения при больших перегибах оси вращения (в зубо-врачебных бормашинах).

Коленчатые и гибкие валы относятся к специальным деталям и не изучаются в курсе деталей машин.

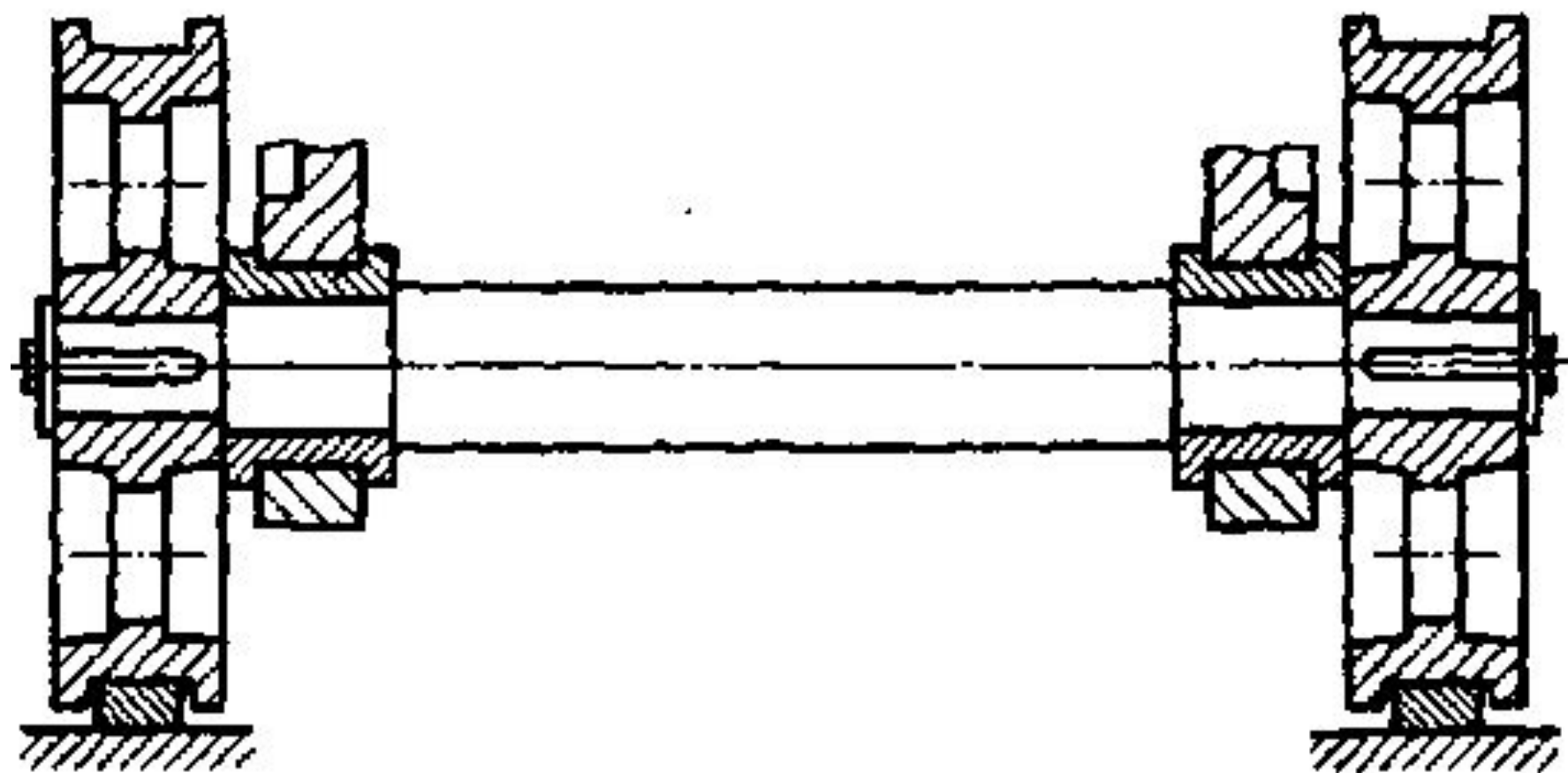


Рис. Ось тележки

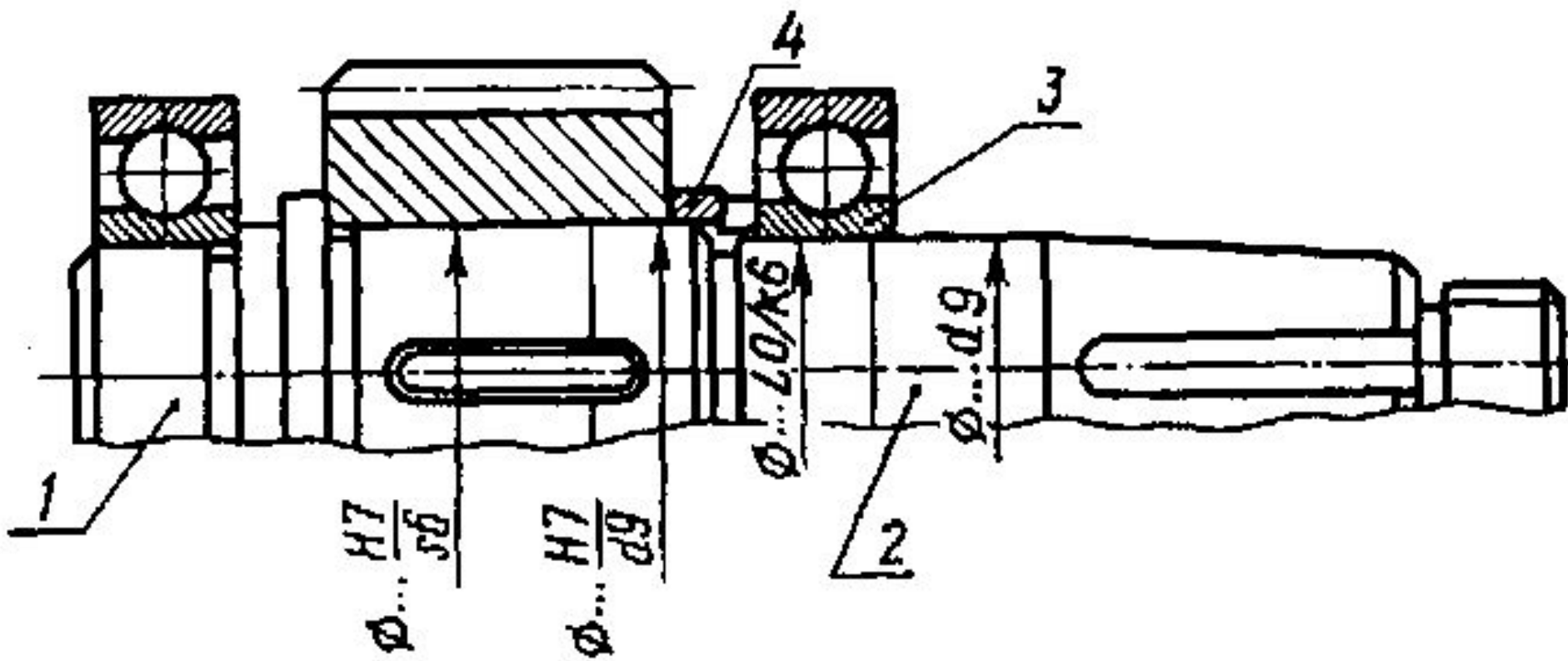


Рис. Прямой ступенчатый вал:

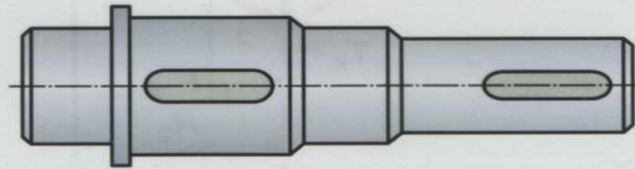
1 — шлиц; 2 — шейка; 3 — подшипник; 4 — кольца с поперечным пазом

КОНСТРУКЦИИ ВАЛОВ

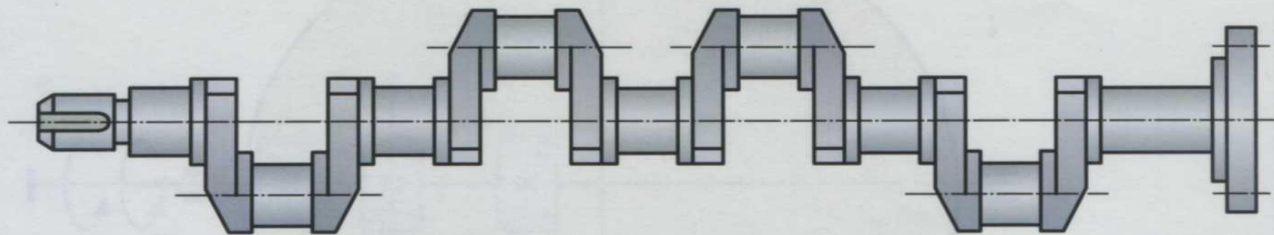
Гладкий



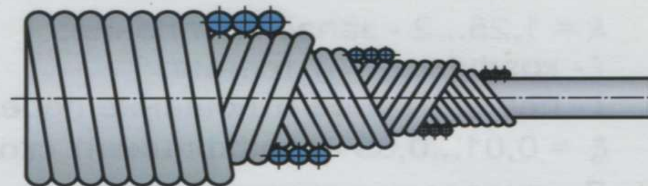
Ступенчатый



Коленчатый

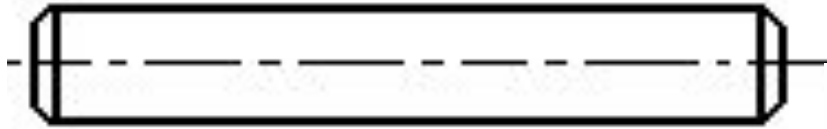


Гибкий

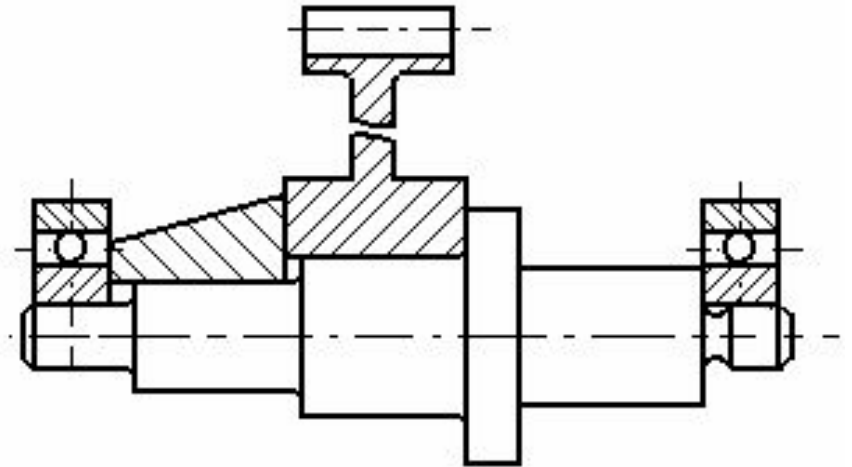


3. По конструктивной форме:

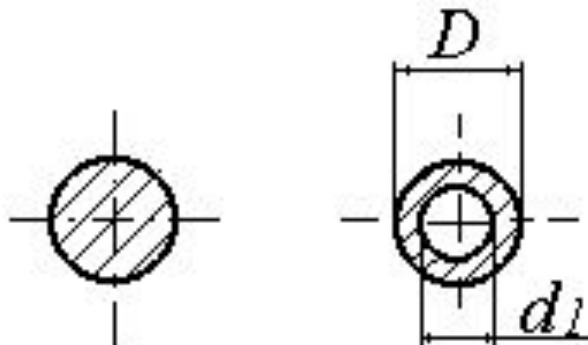
а) валы с постоянным диаметром (гладкие),



б) ступенчатые валы



в) сплошные и полые валы,

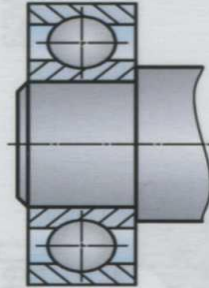


КОНСТРУКЦИИ ЦАПФ

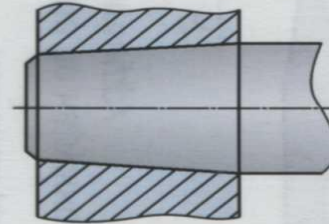
Цапфа - опорная часть оси или вала

Шип - концевая опора

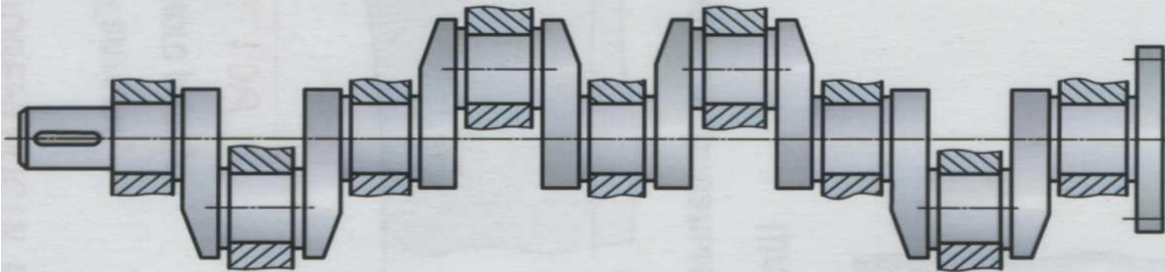
Шип цилиндрический



Шип конический

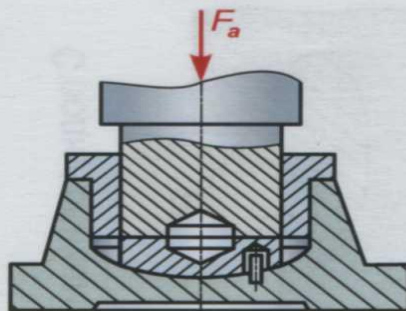


Шейка - промежуточная опора

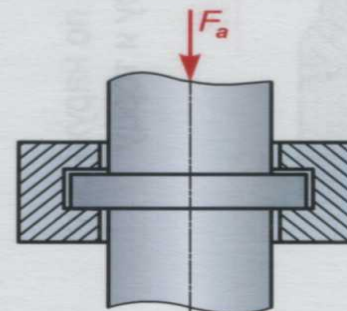


Пята - опора, воспринимающая осевую нагрузку

Плоская



Кольцевая



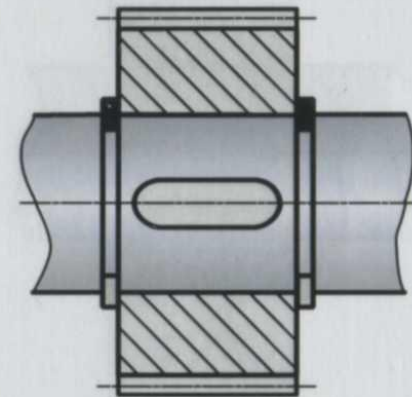
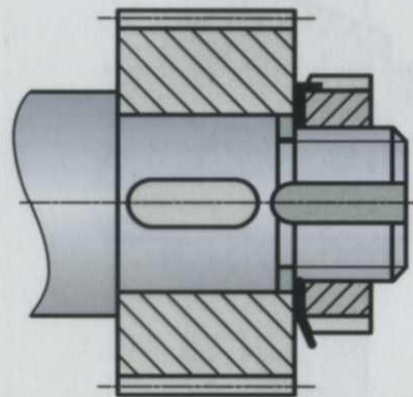
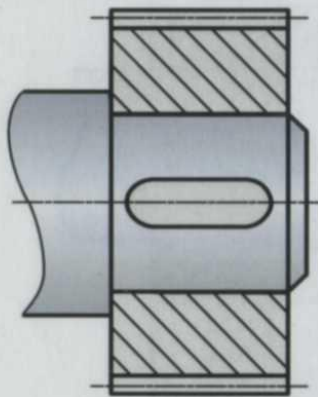
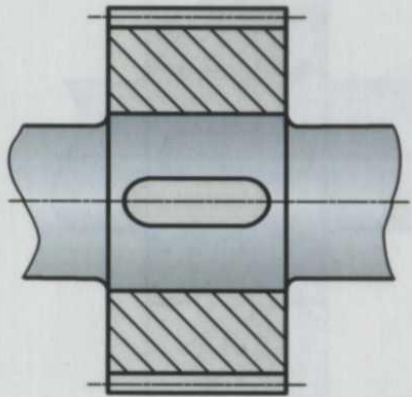
ОСЕВОЕ ФИКСИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ НА ВАЛАХ

Посадка с натягом

Упор в бурт

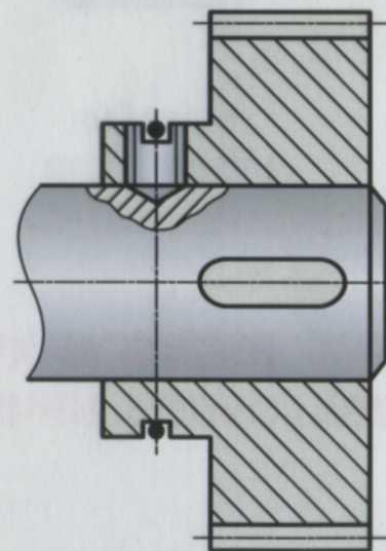
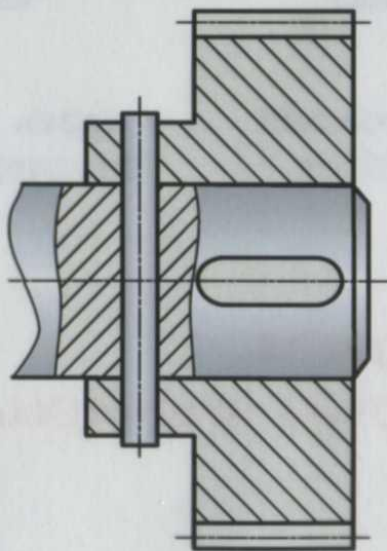
Упор в бурт
в сочетании с гайкой

Пружинными
кольцами



Штифтовое соединение

Стопорным винтом



Материалы валов.

Прямые валы изготавливаются из углеродистых и легированных сталей:

***сталь 5* – для валов без термообработки;**

***сталь 45* или *40Х* – для валов с термообработкой (улучшение);**

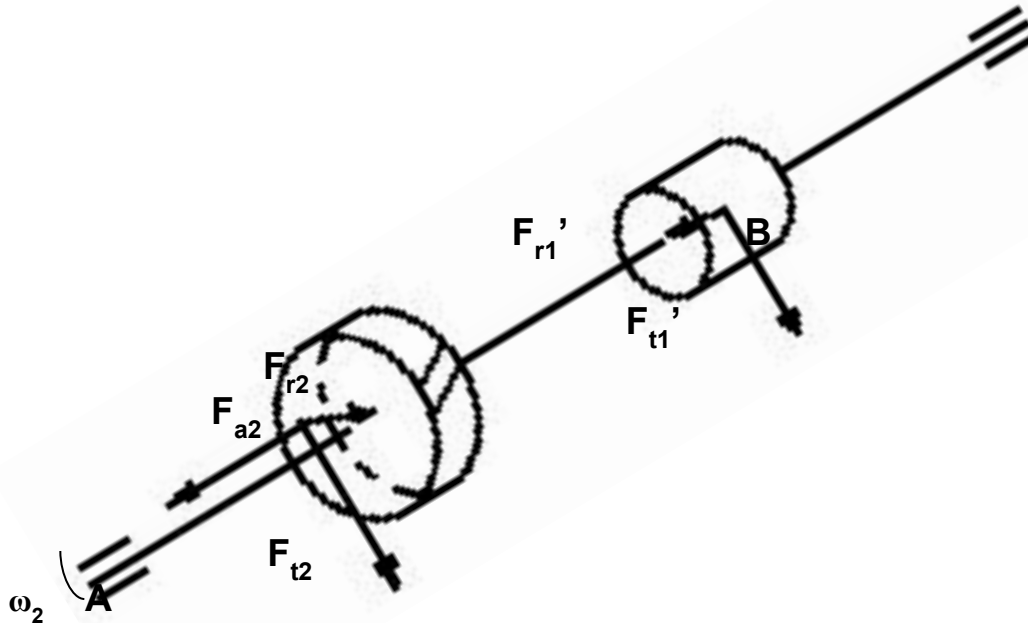
***сталь 20* или *20Х* – для быстроходных валов на подшипниках скольжения, у которых цапфы цементируются для повышения износостойкости. Если нет специальных указаний, то вал изготавливаются из *стали 45*, которая называется ”валовой сталью”.**

МАТЕРИАЛЫ И ТЕРМООБРАБОТКА ВАЛОВ И ОСЕЙ

Марки сталей	Вид термообработки	Область применения
<p>Стали обыкновенного качества Ст 5, Ст 6 по ГОСТ 380-94</p>	<p>В состоянии поставки</p>	<p>Малонагруженные валы и оси без термообработки</p>
<p>Малоуглеродистые конструкционные стали: - качественные 15, 20 по ГОСТ 1050-88; - легированные 15X, 20X, 18ХГТ, 12ХН3А и др. по ГОСТ 4543-71.</p>	<p>Химико-термическое упрочнение с закалкой до твердости H = 58...63 HRC</p>	<p>Валы и оси при требовании высокой износостойкости: - опоры скольжения; - вал-шестерни.</p>
<p>Среднеуглеродистые конструкционные стали: - качественные 40, 45 и др. по ГОСТ 1050-88; - легированные 35X, 40X, 40ХН и др. по ГОСТ 4543-71.</p>	<p>Улучшение до твердости H = 250...320 HB</p>	<p>Высоконагруженные валы и оси</p>

Расчетная схема вала

Расчетной схемой вала является статически определимая балка на шарнирных опорах. Подшипник, воспринимающий осевую и радиальную силу, соответствует шарнирно-неподвижной опоре. Подшипник, воспринимающий только радиальную силу, соответствует шарнирно-подвижной опоре.



Нагрузки на валы

на косозубом колесе: F_{t_2} - окружная сила; F_{r_2} - радиальная сила, F_{a_2} - осевая сила;

на прямозубой шестерне: F_{t_1}' - окружная сила; F_{r_1}' - радиальная сила.

При приведении окружных сил к центру вала, необходимо добавить крутящий момент $T = F_{t_2} \cdot \frac{d_2}{2}$ (здесь d_2 – делительный диаметр косозубого колеса)

Радиальные силы F_{r_2} и F_{r_1}' могут быть перенесены из полюса зацепления зубьев в центре вала по линии действия.

Осевая сила F_{a_2} при перенесении в центр вала требует приложения осевой силы и изгибающего момента $M_{u_2} = F_{a_2} \cdot \frac{d_2}{2}$; удлинением вала от действия осевой силы можно пренебречь, т.к. эта величина невелика.

Порядок проектирования валов

- 1. Ориентировочный расчет на кручение.**
- 2. Эскизная компоновка конструкций с целью нахождения линейных размеров валов.**
- 3. Проектный расчет вала.**
- 4. Конструирование валов.**
- 5. Расчет валов на жесткость.**
- 6. Уточненный расчет валов на усталостную прочность.**
- 7. Расчет на статическую прочность.**
- 8. Расчет на виброустойчивость.**

Ориентировочный расчет вала

Условие прочности на кручение:

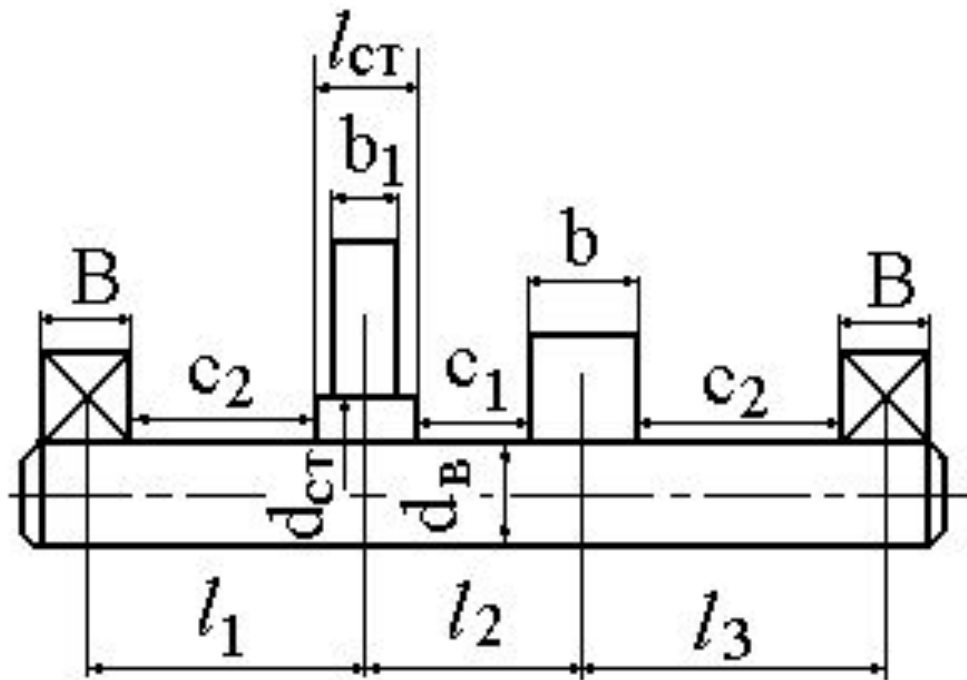
$$\tau = \frac{T}{W_p} \leq [\tau]$$

где: W_p - полярный момент сопротивления кручению

$$W_p = \frac{\pi d_v^3}{16} \cong 0,2 d_v^3$$

$$d_v = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}}$$

Определение длины вала



Здесь:

b – ширина венца колеса;

b_1 – ширина венца шестерни;

$l_{ст}$ – длина ступицы колеса.

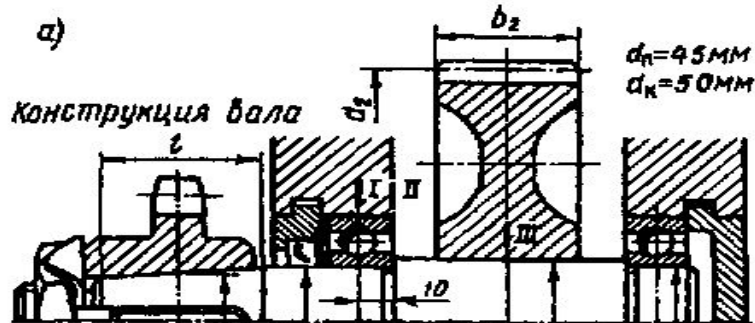
Ступица – часть детали, которая охватывает вал.

$$l_{ст} = (1 \dots 1,5) d_{ст}$$

$d_{ст}$ – диаметр

ступицы

$$d_{ст} = (1,6 \dots 1,8) d_{в}$$



Расчет вала на изгиб с кручением.

Задача решается по принципу суперпозиции, т.е. рассматриваются отдельно вертикальная и горизонтальная плоскости, определяются реакции в опорах A и B , строится эюра изгибающего момента в той и другой плоскости, значения и геометрически суммируются, строится эюра изгибающего момента.

