

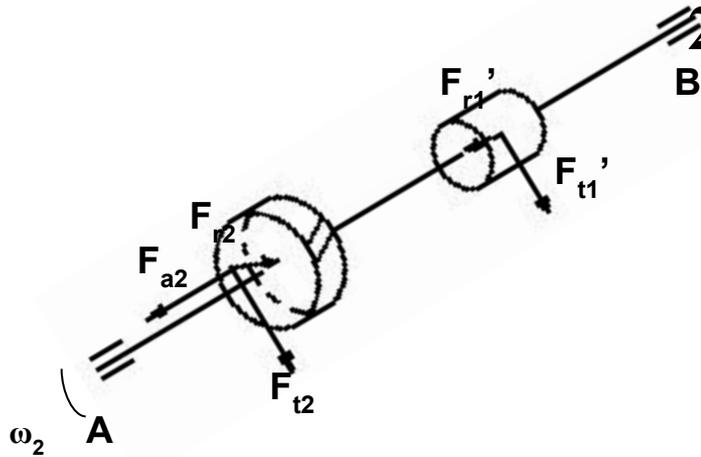
$$M_u = \sqrt{\left(M_u^e\right)^2 + \left(M_u^T\right)^2}$$

$$M_p = \sqrt{M_{u_{\max}}^2 + T^2}$$

$$[\sigma_{-1}] = \frac{0,33\sigma_e}{3,8}$$

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{M_p}{0,1[\sigma_{-1}]}}$$

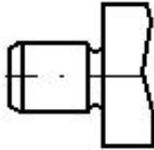
Конструирование валов



1. Опасные сечения между опорами.
2. Опасные сечения на опоре.

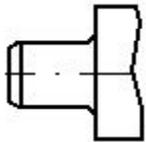
Виды переходов ступенчатых валов

1. Кольцевая канавка.



Она проста в изготовлении, дает упор посаженной детали в торец, но концентрирует напряжение.

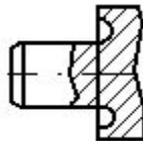
2. Галтель.



Этот вид перехода ступеней вала наиболее распространен, т.к. он меньше концентрирует напряжение.

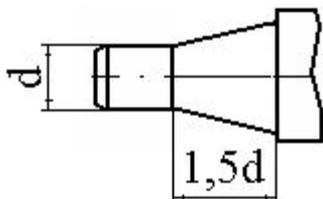
При перепаде диаметров вала на 5 мм ($25-30$; $35-40$), запас прочности в таких галтелях можно не проверять.

3. Галтель с поднутрением.



Такой вид перехода используется при больших перепадах диаметров. Кольцевой паз "растаскивает" концентрацию напряжений от места перехода диаметров.

4. Рассеивающая галтель.

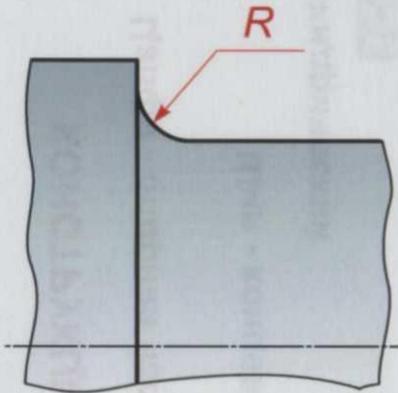


Используется также при больших перепадах диаметров.

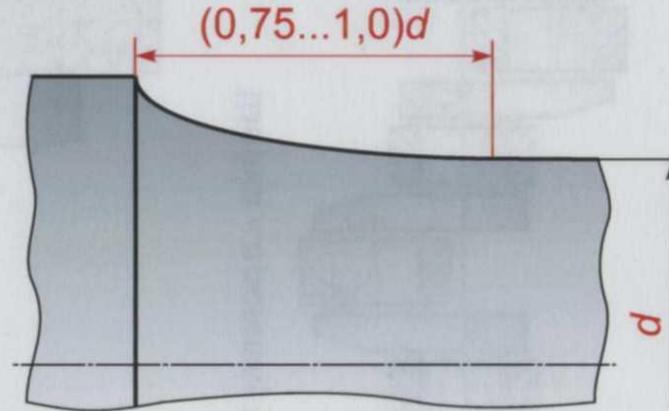
ПЕРЕХОДНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ВАЛОВ

Галтели

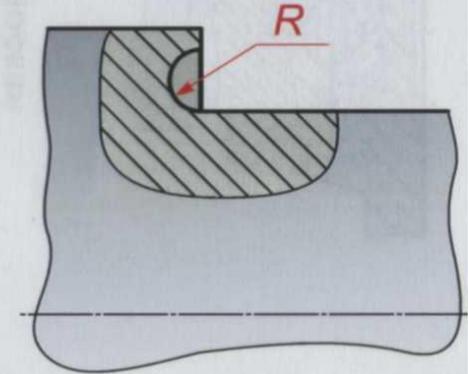
Постоянного радиуса



Переменного радиуса

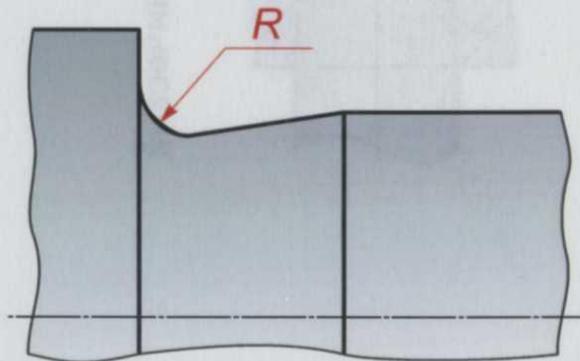


С поднутрением

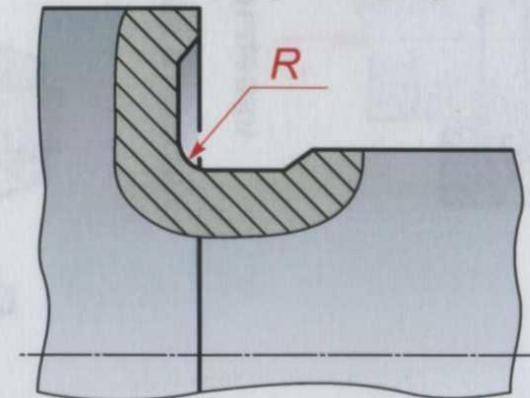


Канавки для выхода шлифовального круга

Шлифование по наружному цилиндру



Шлифование по наружному цилиндру и торцу



Уточненный расчет вала на усталостную прочность.

При совместном действии напряжений изгиба и кручения запас усталостной прочности определяется по формуле:

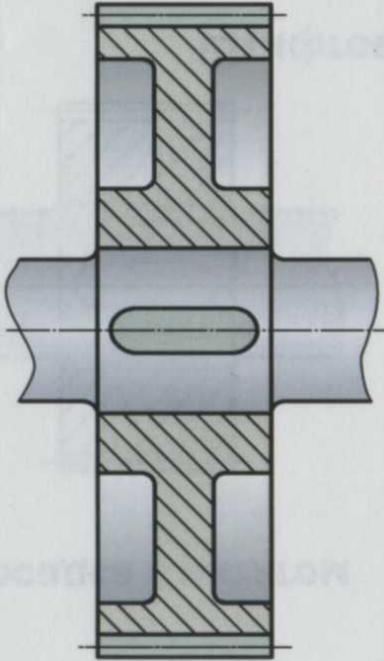
$$n = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_\sigma}\right)^2 + \left(\frac{1}{n_\tau}\right)^2}} \geq [n] = 1,7 \dots 3$$

где $n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_m \cdot \varepsilon_n} \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m}$ - запас усталостной прочности только по изгибу;

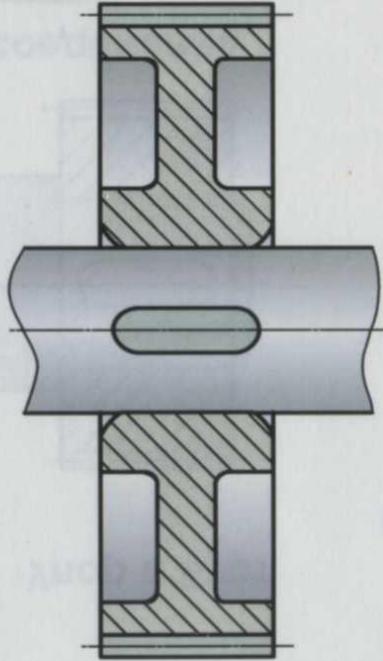
$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_m \cdot \varepsilon_n} \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m}$ - запас усталостной прочности только по кручению.

КОНСТРУКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВАЛОВ УСТАЛОСТИ В МЕСТАХ ПОСАДКИ

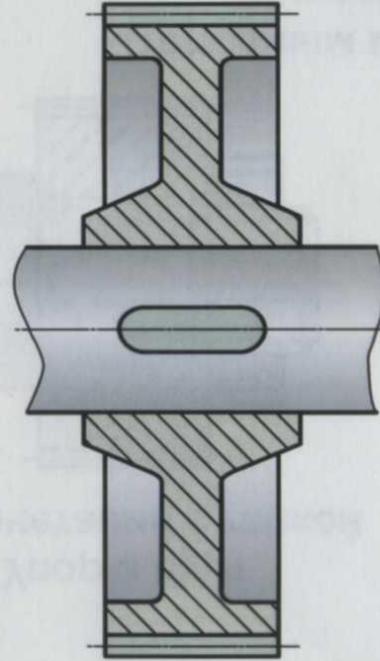
Увеличение диаметра
подступичной части
вала



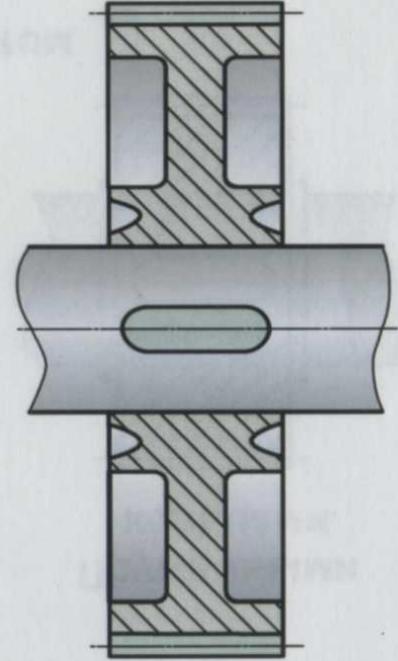
Закругление
крайков ступицы



Коническая
ступица



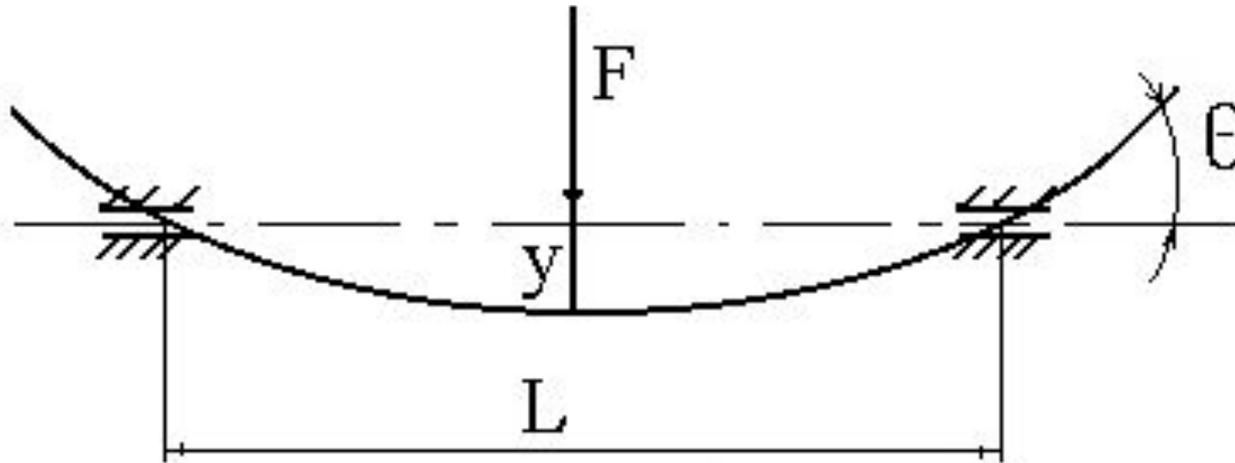
Разгрузочные
канавки в ступице



Проверка статической прочности

$$\sigma_{ЭК} = \sqrt{\sigma_u^2 + 3\tau_k^2} \leq [\sigma]$$

Проверка жесткости вала



$$y = \sqrt{(y^e)^2 + (y^{\Gamma})^2} \leq [y]$$

$$\theta^e \leq [\theta], \theta^{\Gamma} \leq [\theta]$$

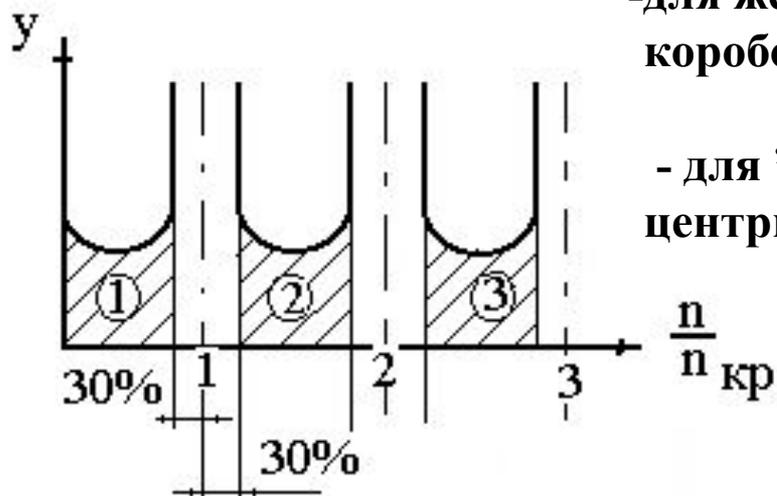
$$\varphi = \frac{T \cdot l}{G \cdot I_p} \leq [\varphi] \text{ rad},$$

Проверка валов на критическую частоту вращения.

$$n_{кр} = \frac{30 \cdot \omega_{кр}}{\pi} \cong \frac{300}{\sqrt{y_{ст}}} \quad \begin{matrix} \text{об/ми} \\ \text{Н} \end{matrix}$$

- для жестких валов (зона (1) – валы редукторов, коробок передач и др.; $n < 10000$ об/мин).

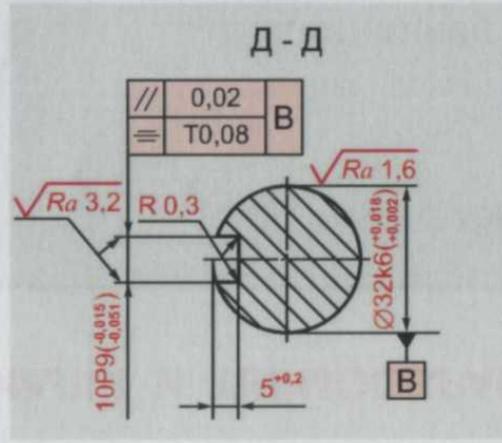
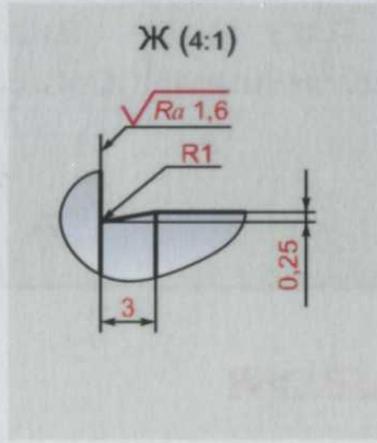
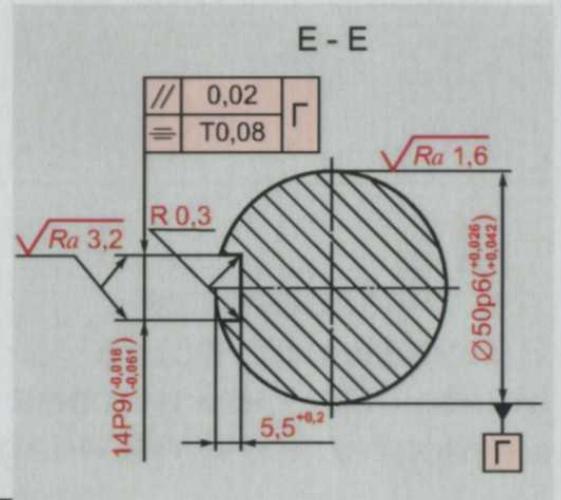
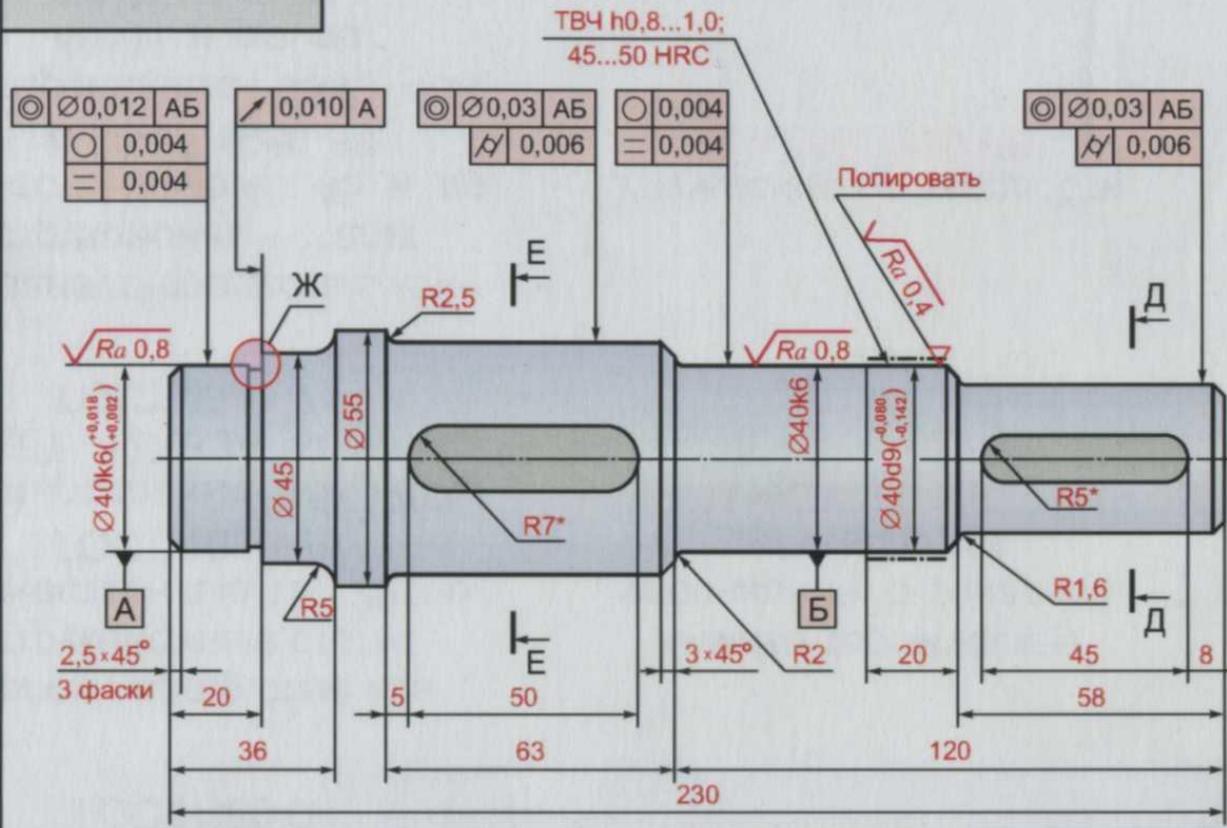
- для "гибких" валов (зона (2), (3) – валы турбин, центрифуг и др.; $n \geq 10000$ об/мин).



Рекомендации по конструированию валов

- 1. Валы и оси следует конструировать по возможности гладкими с минимальным числом ступеней. В этом случае существенно сокращается расход материала на изготовление вала. В индивидуальном и мелкосерийном производстве применяют валы с бортами для упора колес.**
- 2. Каждая насаживаемая на вал деталь должна проходить до своей посадочной поверхности свободно во избежание повреждения других поверхностей. Рекомендуют принимать такую разность диаметров ступеней вала, чтобы при сборке можно было насадить деталь, не вынимая шпонку, установленную в пазу ступени меньшего диаметра.**
- 3. Торцы валов и их уступы выполняют с фасками для удобства установки деталей и соблюдения норм охраны труда.**
- 4. В тяжелонагруженных валах для снижения концентрации напряжений в местах посадочных поверхностей рекомендуют перепады ступеней выполнять минимальными с применением галтелей переменного радиуса.**
- 5. При посадках с натягом трудно совместить шпоночный паз в ступице со шпонкой вала. Для облегчения сборки на посадочной поверхности вала предусматривают небольшой направляющий цилиндрический участок.**
- 6. Для уменьшения номенклатуры резцов и фрез радиусы галтелей, углы фасок, ширину пазов на одном валу или оси рекомендуют выполнять одинаковыми. Если на валу несколько шпоночных пазов, то их располагают на одной образующей.**
- 7. Для увеличения изгибной жесткости валов и осей рекомендуют детали на них располагать возможно ближе к опорам.**
- 8. При разработке конструкции вала или оси надо иметь в виду, что резкие изменения их сечений (резьбы под установочные гайки, шпоночные пазы, канавки, поперечные сквозные отверстия под штифты и отверстия под установочные винты и др.) вызывают концентрацию напряжений, уменьшая сопротивление усталости.**

$\sqrt{Ra\ 6,3(\checkmark)}$



- 240...280 НВ кроме места, обозначенного особо.
- * Размеры обеспечивает инструмент.
- IT14, +IT14, $\pm t_2/2$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вал	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						К	2,3	
Пров.								
Т. контр.								Лист
Н. контр.								Листов 1
Утв.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88			