

## СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

### ЧАСТЬ 1. РАСЧЕТ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ВАЛА РЕДУКТОРА

Вал редуктора (схема СТЕНДА № 1) передает мощность  $N$ , кВт, при частоте вращения  $n_0$ , об/мин. На валу (посадка  $H7/n6$ ) установлены прямозубые зубчатые колеса диаметром  $D_1$  и  $D_2$ , шириной  $b_1 = 0,1d$  и  $b_2 = 0,2d$ .

#### 1. Расчет диаметра вала

1.1. Составить расчетную схему и определить приложенные к валу нагрузки.

1.2. Построить эпюру крутящего момента  $M_z$ .

1.3. ~~Раскрыть статическую неопределимость~~ и построить эпюры изгибающих моментов  $M_x, M_y$ . Выполнить деформационную проверку.

1.4. Определить диаметр вала  $d$  из условия прочности (расчет на статическую прочность).

1.5. Выполнить проверочный расчет вала с учетом циклического изменения напряжений (расчет на сопротивление усталости; ГОСТ 25.504—82).

~~1.6.~~ Рассчитать длину шпоночного соединения вала и зубчатого колеса из условий прочности на смятие.

Указания: а) при изготовлении вала используются заготовки в виде проката или поковок из углеродистых или легированных сталей. Материал вала и качество обработки его поверхности ( $K_{F\sigma} = 0,80—0,96$ ) выбрать самостоятельно по таблице:

Марка стали	Механические характеристики, МПа			
	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\tau_T$	$\sigma_{-1}$
Сталь 35	520	280	150	220
40ХН	820	650	390	360
12ХН3А	950	700	490	420
20Х13	1000	800	560	450

б) нормативный коэффициент запаса прочности  $[n]$  выбрать в пределах 2,0—2,5. Полученный при расчете диаметр вала округлить до ближайшего большего размера (ГОСТ допускает значения  $d$  равные 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100 мм);

в) фактический коэффициент запаса прочности должен находиться в пределах  $n = 1,4—1,7$ . Если это условие не выполняется, необходимо изменить диаметр вала и повторить проверочный расчет;

г) в местах посадки зубчатых колес на вал, учесть влияние шпоночных канавок на концентрацию напряжений. Значение эффективного коэффициента концентрации напряжений  $K_{\sigma}$  выбрать в зависимости от  $\sigma_B$  материала вала:

Посадка	$K_{\sigma}$ , при $\sigma_B$ , МПа						
	400	500	600	700	800	900	1000
H7/n6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7

Коэффициент масштабного эффекта  $K_{d\sigma}$  для валов с концентраторами выбрать в зависимости от диаметра вала  $d$ , определенного в п. 1.4:

$d$ , мм	$K_{d\sigma}$	
	Сталь углеродистая	Сталь легированная
20	0,88	0,81
30	0,86	0,70
40	0,80	0,65
60	0,72	0,56
100	0,60	0,42

### Основные формулы и соотношения

*Сочетание изгиба с кручением.* Для стержней кругового и кольцевого поперечных сечений

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \frac{M_{\text{ЭКВ}}}{W_{\text{ЭКВ}}} \leq [\sigma],$$

где эквивалентный момент:  
по критерию Мизеса

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{M_{\text{изг}}^2 + 0,75M_z^2} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + 0,75M_z^2};$$

по критерию Сен—Венана

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{M_{\text{изг}}^2 + M_z^2} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2}.$$

Положение опасных точек определяется по соотношению между изгибающими моментами  $M_x$  и  $M_y$ :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{M_y}{M_x}.$$

Проверочный расчет с учетом циклических напряжений. Коэффициент запаса прочности с учётом сопротивления усталости при симметричном цикле

$$n_{\sigma_y}^y = \frac{\sigma_{-1}}{K \sigma_a} \geq [n_{\sigma}],$$

$K$  — коэффициент, учитывающий влияние различных факторов на сопротивление усталости материалов (ГОСТ 25.504—82)

$$K = \left( \frac{K_{\sigma}}{K_d} + \frac{1}{K_F} - 1 \right) \frac{1}{K_v K_A}.$$

Наряду с проверкой прочности деталей с учётом сопротивления усталости определяют и коэффициент запаса прочности по текучести:

$$n_{\sigma}^T = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}}, \quad n_{\tau}^T = \frac{\tau_T}{\tau_{\max}}.$$

За окончательное принимают меньшее значение коэффициента запаса прочности.  $n_{\sigma} = \min \{ n_{\sigma_y}^y, n_{\sigma}^T \}$ . Для случая плоского напряженного состояния (сочетание изгиба с кручением) коэффициент запаса прочности определяется по формуле Гафа—Полларда:

$$n = \frac{n_{\sigma} n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}}.$$

Числовые данные к п. 1 содержатся в табл. 1.1.

Критерий прочности Сен-Венана

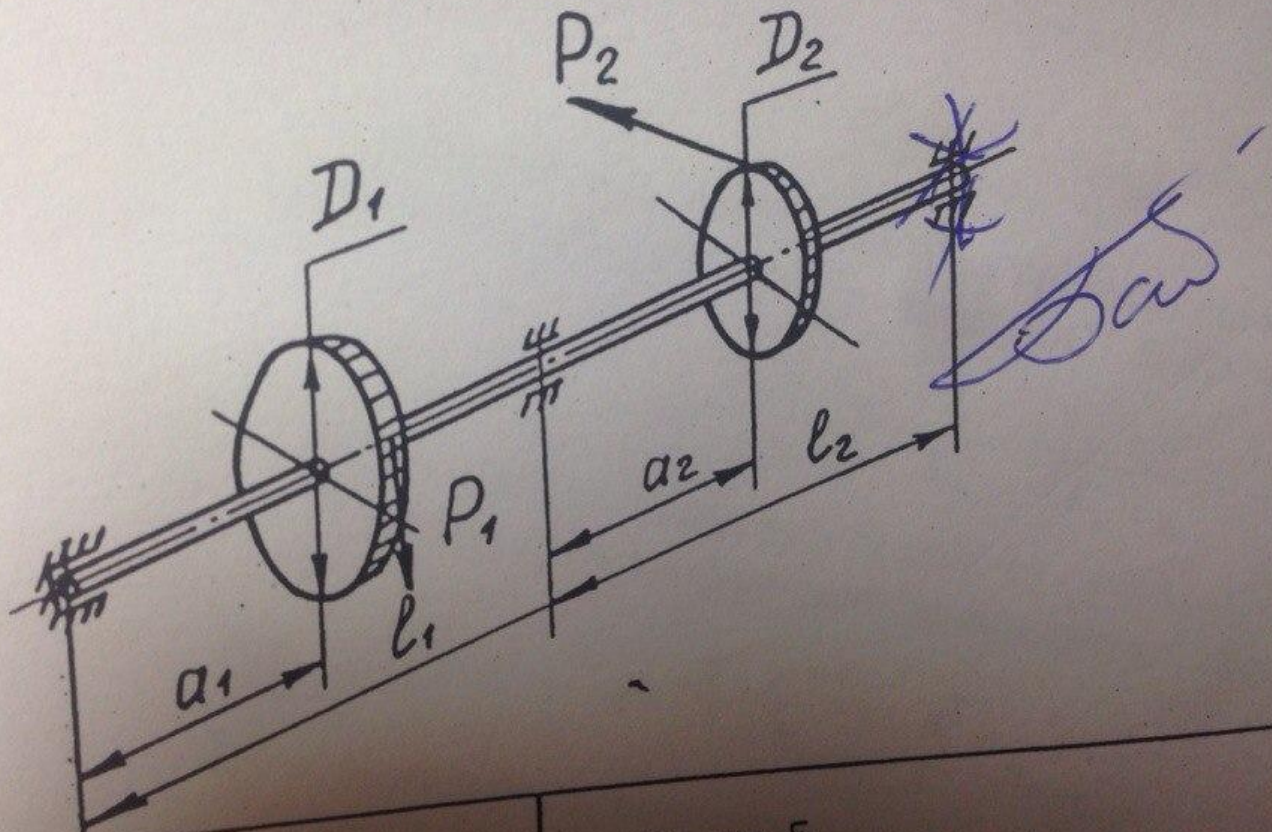
Таблица 1.1

Задание №	$N$ , кВт	$n_0$ , об/мин	$D_1$ , м	$D_2$ , м	$l_1$ , м	$l_2$ , м	$a_1$ , м	$a_2$ , м
	10,0	500	0,25	0,25	0,55	0,80	0,45	0,20

сталь - 45

## 2. Расчет зубчатых колес

Зубчатые колеса (схема СТЕНДА № 2) схематизируются как тонкие диски постоянной толщины, изготовленные из стали 12ХНЗА.



Пункт 5  
 $m=90$

1, 2