

Расчет вала в условиях сложного сопротивления на статическую и усталостную прочность

На рис.1 приведен чертеж одного из вариантов компоновки вала. Вал закреплен в двух подшипниках, из которых один является неподвижной шарнирной опорой (НО), а другой - подвижной (ПО). На валу закреплены два шкива: ведущий диаметра D_1 и ведомый диаметра D_2 . Ведущий шкив передает момент M и представляет собой зубчатое колесо, находящееся в зацеплении с другим зубчатым колесом в точке, определяемой углом α_1 (рис. 2). Ведомый шкив включен в плоскоременную передачу с углом наклона ветвей ремня к горизонту α_2 (рис.3).

1. Начертить в аксонометрии схему вала, соблюдая масштаб. Расположение шкивов определяется номером сечения, приведенного в таблице 2 в скобках после значения соответствующего диаметра, в графе «НО» указан номер сечения, в котором находится неподвижная опора.

2. Определить силы давления шкивов на вал, приняв соотношения

а) для зубчатого колеса радиальная сила $F_r = 0.4 \cdot F_t$, осевая сила $F_x = 0.3 \cdot F_t$, где F_t – окружная сила;

б) для плоскоременной передачи $T_2 = 2 t_2$.

Перенести внешние силы на ось вала, добавив, если нужно, соответствующие моменты. Для удобства разложить внешние силы на составляющие по осям y и z .

3. Построить эпюру продольной силы N_x .

4. Построить эпюру крутящего момента M_x .

5. Построить эпюры изгибающих моментов M_y в горизонтальной плоскости и M_z в вертикальной плоскости, а также эпюру суммарных изгибающих моментов.

6. Определить опасное сечение и подобрать диаметр сплошного вала по третьей теории прочности (принять $[\sigma] = 160$ МПа), округлив его до ближайшего стандартного значения в мм по ГОСТ 3478-79: 10, 12, 15, 17, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 120, 130, 140, 150.

7. В опасном сечении построить эпюру распределения нормальных и касательных напряжений, определить положение нейтральной линии и отрезки, отсекаемые ею на осях координат.

8. Для элемента, выделенного из боковой поверхности вала в окрестности опасной точки, определить положение главных площадок и значение главных напряжений, показать их на рисунке элемента.

9. Для опасного сечения провести усталостный расчет:

а) найти амплитудное и среднее напряжения цикла, начертить график зависимости $\sigma(t)$;

б) вычислить приведенную амплитуду нормальных напряжений σ_a^* , считая $\sigma_{-1} = 300$ МПа, $\psi_\sigma = 0,5$. K_σ и K_f взять из таблицы 1, а K_d выбрать в соответствии с найденным в п.6 диаметром по таблице 1;

в) вычислить коэффициент запаса $S_\sigma = \sigma_{-1} / \sigma_a^*$ и, если он окажется меньше нормативного значения $S_\sigma < [S_\sigma] = 1,7$, увеличить диаметр вала в γ раз, где $\gamma = \sqrt[3]{[S_\sigma] / S_\sigma}$.

Таблица 1

d, мм	10	20	30	40	60	100	200
K_d	1	0,93	0,86	0,78	0,70	0,60	0,50

Для промежуточных значений используйте линейную интерполяцию.

