

Домашняя работа №2

17

14.11.24

Определим мом-ты на валах:

$$M_3 = M_{\text{вх}} = 0,3 \text{ Н}\cdot\text{м} = 300 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

$$M_2 = \frac{M_3}{i_{56} \cdot \eta_{56} \cdot \eta_{\text{подш}}} = \frac{300}{8 \cdot 0,98 \cdot 0,99} \approx 38,7 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

$$M_1 = \frac{M_2}{\eta_{34} \cdot i_{34} \cdot \eta_{\text{подш}}} = \frac{38,7}{8 \cdot 0,98 \cdot 0,99} = 5 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

$$M_0 = \frac{M_1}{i_{12} \cdot \eta_{12} \cdot \eta_{\text{подш}}} = \frac{5}{4,7 \cdot 0,98 \cdot 0,99} = 1,1 \text{ Н}\cdot\text{мм} =$$
$$= M_{\text{виз}}.$$

Проектный расчет зуб. колеса на прочность

Выбор материалов:

Колеса — Ст 40 + нормализация:

HB=200; HRC=30

Шестерни - Ст 45X + упрочнение
HB = 230; HRC = 50

$$\sigma_{HR} = 2HB + 70$$

$$\sigma_{FR} = 1,8 HB$$

$$\sigma_{HR1} = 2 \cdot 230 + 70 = 530 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{HR2} = 2 \cdot 200 + 70 = 470 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{FR1} = 1,8 \cdot 230 = 414 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{FR2} = 1,8 \cdot 200 = 360 \text{ МПа}$$

Контактная прочность:
Первая ступень:

$$N_{H1} = 60 \cdot n \cdot c \cdot L = 60 \cdot 4500 \cdot 2 \cdot 2500 = 1,35 \cdot 10^9$$

$$N_{H2} = 60 \cdot 957 \cdot 2 \cdot 2500 = 2,9 \cdot 10^8$$

$$n = \frac{4500}{L_n} = \frac{4500}{4,7} = 957 \text{ об/мин}$$

$$K_{H1} = \sqrt[6]{\frac{N_{H0}}{N_H}} = \sqrt[6]{\frac{3 \cdot 10^7}{1,35 \cdot 10^9}} = 0,53 \Rightarrow K_{H1} = 1$$

$$K_{H2} = \sqrt[6]{\frac{10^7}{2,9 \cdot 10^8}} = 0,57 \Rightarrow K_{H2} = 1$$

$[\sigma_H]_1$

$[\sigma_H]_1$

= 442

$[\sigma_H]_2$

II ступ

$N_{H1} =$

$N_{H2} =$

$K_{H1} =$

$K_{H2} =$

$[\sigma_H]_3$

$[\sigma_H]_4$

$$[\sigma_H]_{1,2} = \frac{\sigma_{HR,2} \cdot Z_R \cdot Z_V \cdot K_{H1,2}}{S_{H1,2}} = 17$$

$$[\sigma_H]_1 = \frac{\sigma_{HR1} \cdot Z_R \cdot Z_V \cdot K_{H1}}{S_H} = \frac{530 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,2} = 442 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_H]_2 = \frac{470 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,2} = 392 \text{ МПа.}$$

II ступень:

$$N_{H1} = 2,9 \cdot 10^8 ; n = \frac{957}{8} \approx 120 \text{ об/мин}$$

$$N_{H2} = 60 \cdot 120 \cdot 2 \cdot 2500 = 3,6 \cdot 10^7$$

$$K_{H1} = \sqrt[6]{\frac{3 \cdot 10^7}{2,9 \cdot 10^8}} = 0,7 \Rightarrow K_{H1} = 1.$$

$$K_{H2} = \sqrt[6]{\frac{10^7}{3,6 \cdot 10^7}} = 0,8 \Rightarrow K_{H2} = 1.$$

$$[\sigma_H]_3 = \frac{530 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,2} = 442 \text{ МПа.}$$

$$K_{H1} = 1. [\sigma_H]_4 = \frac{470 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,2} = 392 \text{ МПа.}$$

III ступень:

$$M_{H1} = 3,6 \cdot 10^7; \quad n = \frac{120}{8} = 15 \text{ об/мин}$$

$$M_{H2} = 60 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 2500 = 4,5 \cdot 10^6$$

$$K_{HL1} = \sqrt[6]{\frac{3 \cdot 10^7}{3,6 \cdot 10^7}} = 0,97 \Rightarrow K_{HL1} = 1.$$

$$K_{HL2} = \sqrt[6]{\frac{10^7}{4,5 \cdot 10^6}} = 1,14$$

$$[\sigma_H]_5 = \frac{530 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,2} = 442 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_H]_6 = \frac{470 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,2} = 446,5 \text{ МПа.}$$

Найдем межосевое расстояние:

$$a \geq K_L (1 + i_{12}) \sqrt[3]{\frac{M_2 \cdot K}{\psi_{ba} \cdot i_{12}^2 [\sigma_H]^2}}$$

$$a_1 \geq 48,5 (1 + 4,7) \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 1,5}{0,2 \cdot 4,7^2 \cdot 392^2}} = 6,16 \text{ мм}$$

$$a_2 \geq 48,5 (1 + 8) \sqrt[3]{\frac{38,7 \cdot 1,5}{0,2 \cdot 8^2 \cdot 392^2}} = 13,43 \text{ мм.}$$

$$a_3 \geq 48,5 (1 + 8) \sqrt[3]{\frac{300 \cdot 1,5}{0,2 \cdot 8^2 \cdot 442^2}} = 24,64 \text{ мм.}$$

Определяем модули.

$$M = \frac{2a}{z_1 + z_2}$$

$$M_1 \geq \frac{2 \cdot 6,16}{25 + 200} = 0,055 \text{ мм} \Rightarrow 0,3 \text{ мм}$$

$$M_2 \geq \frac{2 \cdot 13,49}{225} = 0,11 \text{ мм} \Rightarrow 0,3 \text{ мм}$$

$$M_3 \geq \frac{2 \cdot 24,64}{25 + 118} = 0,34 \text{ мм} \Rightarrow 0,4 \text{ мм}$$

$$M_1 = 0,3 \text{ мм}$$

$$M_2 = 0,3 \text{ мм}$$

$$M_3 = 0,4 \text{ мм.}$$

Расчет на изгибную
прочность

$$[\sigma_F]_{1,2} = \frac{\sigma_{FR1,2} \cdot K_{FS} \cdot K_{FL1,2}}{S_{F1,2}}$$

$$\sigma_{FR1} = 1,8 \cdot 230 = 414 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{FR2} = 1,8 \cdot 200 = 360 \text{ МПа.}$$

$$K_{FL1,2} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{N_H}}$$

I ступень:

$$K_{FL1} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{1,35 \cdot 10^9}} = 0,38 \rightarrow K_{FL} = 1.$$

$$K_{FL2} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{2,9 \cdot 10^8}} = 0,49 \rightarrow K_{FL2} = 1.$$

$$[\sigma]_{F1} = \frac{414 \cdot 1 \cdot 0,62}{2,2} = 117 \text{ МПа.}$$

$$[\sigma]_{F2} = \frac{360 \cdot 1 \cdot 0,62}{2,2} = 102 \text{ МПа.}$$

II ступень:

$$K_{FL1} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{2,9 \cdot 10^8}} = 0,49 \Rightarrow K_{FL1} = 1.$$

$$K_{FL2} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{3,6 \cdot 10^7}} = 0,7 \Rightarrow K_{FL2} = 1.$$

$$[\sigma]_{F_3} = \frac{414 \cdot 1 \cdot 0,62}{2,2} = 117 \text{ МПа}$$

$$[\sigma]_{F_4} = \frac{360 \cdot 1 \cdot 0,62}{2,2} = 102 \text{ МПа.}$$

III ступень:

$$K_{FL1} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{3,6 \cdot 10^7}} = 0,7 \Rightarrow K_{FL1} = 1.$$

$$K_{FL2} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{4,5 \cdot 10^6}} = 0,98 \Rightarrow K_{FL2} = 1.$$

$$[\sigma]_{F_5} = \frac{414 \cdot 1 \cdot 0,62}{2,2} = 117 \text{ МПа.}$$

$$[\sigma]_{F_6} = \frac{360 \cdot 1 \cdot 0,62}{2,2} = 102 \text{ МПа.}$$

Считаем модули.

~~$$M \geq K_m \sqrt[3]{\frac{M \cdot Y_F \cdot 2K}{Z \cdot \psi_{bm} \cdot [\sigma]_F}}$$~~

$$M \geq \sqrt[3]{\frac{2K M_2 Y_F}{Z \psi_{bm} [\sigma]_F}}$$

$$M_1 \geq \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 2 \cdot 3,75 \cdot 1,5}{200 \cdot 4 \cdot 10^2}} = 0,09 \text{ mm} \Rightarrow 0,3 \text{ mm}$$

$$M_2 \geq \sqrt[3]{\frac{38,7 \cdot 3,75 \cdot 1,5 \cdot 2}{200 \cdot 4 \cdot 10^2}} = 0,17 \text{ mm} \Rightarrow 0,3 \text{ mm}$$

$$M_3 \geq \sqrt[3]{\frac{300 \cdot 3,75 \cdot 1,5 \cdot 2}{118 \cdot 4 \cdot 10^2}} = 0,41 \text{ mm} \Rightarrow 0,5 \text{ mm}$$

	σ_F	σ_H	σ_Z
$M_1 = M_{12}$	0,3	0,3	0,3
$M_2 = M_{34}$	0,3	0,3	0,3
$M_3 = M_{56}$	0,5	0,4	0,5