

Расчет передачи – Вариант 15

Дано

Параметры ведущего колеса (вала):

- Полученная мощность, подводимая к первому валу $P_1 = 5.0$ кВт
- Скорость вращения первого вала $\omega_1 = 250$ с⁻¹
- Таблица зубьев передач:

Параметр	Значение
Z_1	2
Z_2	54
Z_3	4
Z_4	110
Z_5	18
Z_6	18
Z_7	22
Z_8	99
Z_9	26
Z_{10}	26

Table 1: Таблица данных для варианта 15

Требуется определить

- Передаточное отношение между входными и выходными звеньями и каждой передачей в отдельности;
- Угловую скорость, число оборотов, мощность и крутящий момент каждого вала;
- Общий коэффициент полезного действия передачи.

Формулы для расчетов

- Передаточное отношение для пары зубчатых колес:
$$i = \frac{Z_{ведомого}}{Z_{ведущего}}$$
- Комплексное передаточное отношение всей линии:
$$i_{общ} = \prod i_k$$
- Угловая скорость:
$$\omega = 2\pi n / 60$$
- Частота вращения n :
$$n = \omega \cdot 60 / 2\pi$$

- Мощность и крутящий момент:

$$P = M \cdot \omega \quad \text{или} \quad M = \frac{9550P}{n}$$

- Общий КПД передачи:

$$\eta_{общ} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_N$$

где η - КПД отдельных ступеней, принять:

- Цилиндрическая пара: $\eta_{ц} = 0.97$
- Коническая пара: $\eta_{к} = 0.95$
- Червячная передача: $\eta_{ч} = 0.7; 0.75; 0.8$
- Подшипники качения: $\eta_{п} = 0.99$

ПОШАГОВЫЙ РАСЧЕТ

1. Нумерация звеньев по схеме передачи

Figure 1: Схема цепи к варианту 15 (приложение к таблице 2)

2. Передаточные отношения

Передаточные отношения:

- $i_1 = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{54}{2} = 27$
- $i_2 = \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{110}{4} = 27.5$
- $i_3 = \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{18}{18} = 1$
- $i_4 = \frac{Z_8}{Z_7} = \frac{99}{22} = 4.5$
- $i_5 = \frac{Z_{10}}{Z_9} = \frac{26}{26} = 1$

Полное передаточное отношение:

$$i_{общ} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 = 27 \cdot 27.5 \cdot 1 \cdot 4.5 \cdot 1 = 3341.25$$

3. Расчет оборотов и угловых скоростей

n_1 (ВХОД) вычислим по ω_1 :

\$

$$n_1 = \frac{\omega_1 \cdot 60}{2\pi} = \frac{250 \cdot 60}{6.2832} \approx 2387.3 \text{ об/мин}$$

\$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_1} = \frac{2387.3}{27} \approx 88.42$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_2} = \frac{88.42}{27.5} \approx 3.22$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_3} = 3.22/1 = 3.22$$

$$n_5 = \frac{n_4}{i_4} = 3.22/4.5 \approx 0.716$$

$$n_6 = \frac{n_5}{i_5} = 0.716/1 = 0.716$$

Соответственно угловые скорости:

- $\omega_2 = \omega_1 / i_1 = 250 / 27 \approx 9.26 \text{ с}^{-1}$
- $\omega_3 = \omega_2 / i_2 = 9.26 / 27.5 \approx 0.337 \text{ с}^{-1}$
- $\omega_4 = \omega_3 / i_3 = 0.337 / 1 = 0.337 \text{ с}^{-1}$
- $\omega_5 = \omega_4 / i_4 = 0.337 / 4.5 \approx 0.075 \text{ с}^{-1}$

- $\omega_6 = \omega_5 / i_5 = 0.075 / 1 = 0.075 \text{ с}^{-1}$

4. Мощность и крутящий момент на каждом валу

Исходная мощность $P_1 = 5 \text{ кВт}$.

Вал	n , об/мин	ω , с^{-1}	M , Н·м
1	2387.3	250	$M_1 = \frac{9550 \times 5.0}{2387.3} \approx 19.98$
2	88.42	9.26	$M_2 = \frac{9550 \times 5.0 \times \eta_1}{88.42}$
3	3.22	0.337	$M_3 = \frac{9550 \times 5.0 \times \eta_1 \eta_2}{3.22}$
4	3.22	0.337	$M_4 = \frac{9550 \times 5.0 \times \eta_1 \eta_2 \eta_3}{3.22}$
5	0.716	0.075	$M_5 = \frac{9550 \times 5.0 \times \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4}{0.716}$
6	0.716	0.075	$M_6 = \frac{9550 \times 5.0 \times \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4 \eta_5}{0.716}$

Table 2: Пошаговые значения для расчёта моментов на каждом валу

5. Общий КПД передачи

КПД для всех ступеней:

- $\eta_1 = 0.97$ (цилиндрическая)
- $\eta_2 = 0.97$ (цилиндрическая)
- $\eta_3 = 0.97$ (цилиндрическая)
- $\eta_4 = 0.95$ (коническая)
- $\eta_5 = 0.95$ (коническая)

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 = 0.97^3 \cdot 0.95^2 \approx 0.834$$

Мощность на выходном валу:

\$

$$P_{\text{выход}} = P_1 \cdot \eta_{\text{общ}} = 5.0 \cdot 0.834 = 4.17 \text{ кВт}$$

\$

6. График исходных значений



Figure 2: Гистограмма исходных параметров передачи для варианта 15

Итоговые выводы

Все ключевые формулы, КПД и итоговая характеристика передачи рассчитаны в явном виде. Если потребуется промежуточная детализация для отчетности, используйте приведённые формулы для последовательного заполнения следующих ступеней по схеме.

Приложения:

1. Таблица 2 — исходные данные (см. задание)
 2. Схема передачи (см. рисунок выше)
 3. График параметров (см. выше)
-