

3.1. Индивидуальное задание.

Кинематический силовой расчёт привода

Краткая теоретическая часть

Устройство, приводящее в движение машину или механизм, носит название привода. В общем, виде привод включает в себя двигатель и передаточный механизм, включающий в себя, как правило, механические передачи. Передаточный механизм как инструмент изменения кинематических и силовых параметров обычно представляют в виде кинематической схемы последовательно или параллельно соединенных элементов (звеньев).

Параметры вращательного движения можно характеризовать набором кинематических и энергетических характеристик P_i , T_i , n_i (или ω) для каждого вала механизма.

В каждом передаточном механизме различают два основных звена: ведущее и ведомое. Между ведущим и ведомым звеньями в многоступенчатых передачах размещаются промежуточные звенья. Колесо, которое инициирует движение, называется ведущим.

Основные кинематические параметры:

а) Передаточное отношений передач; под передаточным отношением понимается отношение угловых скоростей на ведущем и ведомом колесах (валах) передачи. Помимо этого передаточное отношение передачи можно определить

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} \quad (1)$$

б) Частота вращения и угловые скорости на всех валах привода; зная передаточное отношение можно вычислить угловую скорость и так далее для каждого вала привода

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_{1-2}} \quad (2)$$

Угловую скорость ω , рад/с, не всегда удобно использовать как характеристику скорости вращательного движения. Многие каталоги и рекомендации в технике для этого применяют частоту вращения n , об/мин. Угловая скорость и частота вращения связаны соотношением

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (3)$$

в) Мощность на валах привода: мощность вращательного движения P , Вт, уменьшается пропорционально к.п.д. механических устройств, служащих для передачи движения с вала на вал

$$P_2 = P_1 \eta_1 \eta_n \quad (4)$$

где η - к.п.д. передачи; η_n – к.п.д. пары подшипников (опор) вала

г) Определение величины вращающего момента на валах привода; момент вращения - T , Н* м. Если мощность P выражается в киловаттах, кВт, то

$$T = \frac{P \cdot 10^3}{\omega} \quad (5)$$

или

$$T = 9550 \frac{P}{n} \quad (6)$$

д) Определение общего к. п. д. и общего передаточного отношения привода.

Как известно, передаточное отношение кинематической цепи, состоящей из N последовательно установленных пар, равно произведению передаточных отношений этих пар

$$i = i_{1-2} \cdot i_{3-4} \cdot i_{5-6} \cdot \dots \cdot i_n \quad (7)$$

Общий к.п.д. привода при последовательном соединении механизмов и устройств также определяются произведением частных к. п. д.

$$\eta = \eta_{1-2} \cdot \eta_{2-3} \cdot \eta_{3-4} \cdot \dots \cdot \eta_n \quad (8)$$

Пример решения задачи

Определить передаточное отношение между входными и выходными звеньями и каждой передачи в отдельности; угловую скорость, число оборотов, мощность и крутящий момент каждого вала; общий коэффициент полезного действия двухступенчатой передачи, изображенной на рисунке 1. Число зубьев колес соответствующих передач: $z_1 = 20$; $z_2 = 100$; $z_3 = 24$; $z_4 = 96$; к.п.д. зубчатой цилиндрической передачи, $\eta = 0.97$; к.п.д., учитывающий потери в опорах одного вала, $\eta = 0.99$; полезная мощность, подводимая к первому валу $P = 10$ кВт: скорость вращения первого вала $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$.

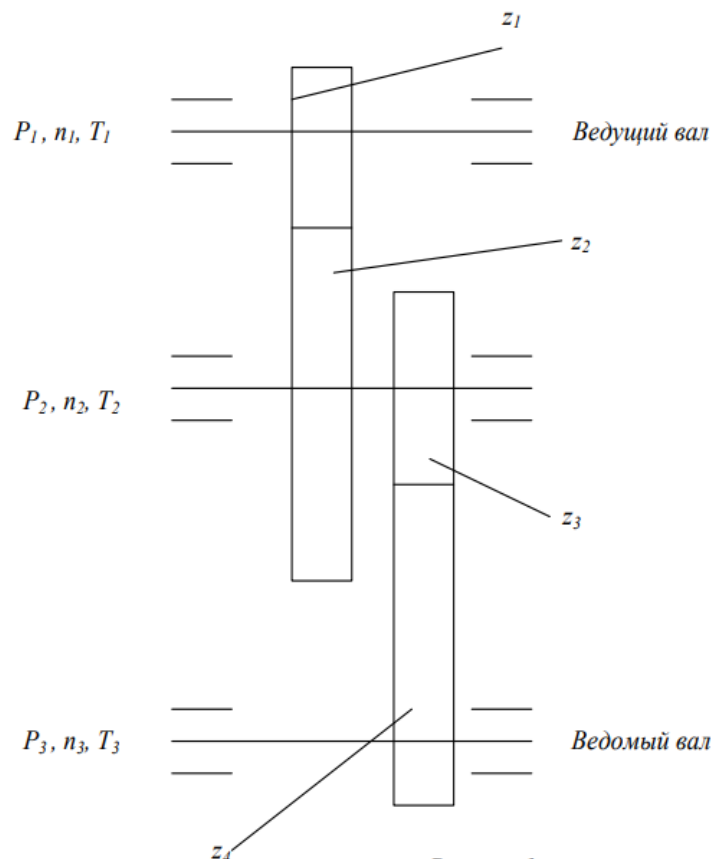


Рис. 1.

Решение:

1. Передаточные отношения передачи по формуле (1).

$$i_{1-2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{100}{20} = 5$$

тогда общее передаточное отношение двухступенчатой передачи согласно формуле (7)

$$i = i_{1-2} i_{3-4} = 5 \cdot 4 = 20$$

2. Определяем угловые скорости ω с⁻¹ частоты вращения валов n , об/мин по формулам (2) и (3)

$$\omega_1 = 100$$

$$\omega_2 = \omega_1 / i_1 = 100 / 5 = 20$$

$$\omega_3 = \omega_2 / i_2 = 20 / 4 = 5$$

$$n_1 = (30 \cdot \omega_1) / \pi = (30 \cdot 100) / 3.14 = 955.41$$

$$n_2 = (30 \cdot \omega_2) / \pi = (30 \cdot 20) / 3.14 = 191.08$$

$$n_3 = (30 \cdot \omega_3) / \pi = (30 \cdot 5) / 3.14 = 47.77$$

3. Мощности на валах передаточного механизма P , кВт согласно формуле (4)

$$P_1 = 10 \cdot \eta_{\pi} = 10 \cdot 0.99 = 9.9$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_u \cdot \eta_{\pi} = 9.9 \cdot 0.97 \cdot 0.99 = 9.507$$

$$P_2 = P_2 \cdot \eta_u \cdot \eta_{\pi} = 9.507 \cdot 0.97 \cdot 0.99 = 9.13$$

4. Моменты на валах передаточного механизма T , Н м по (5) или (6)

$$T = \frac{P \cdot 10^3}{\omega}$$

$$T_1 = \frac{P_1 \cdot 10^3}{\omega_1} = \frac{9.9 \cdot 10^3}{100} = 99$$

$$T_2 = \frac{P_2 \cdot 10^3}{\omega_2} = \frac{9.507 \cdot 10^3}{20} = 475.35$$

$$T_3 = \frac{P_3 \cdot 10^3}{\omega_3} = \frac{9.13 \cdot 10^3}{5} = 1826$$

5. Общий к.п.д. передаточного механизма согласно формуле (8)

$$\eta = \eta_u^2 \cdot \eta_{\pi}^3 = 0.97^2 \cdot 0.99^3 = 0.913$$

Индивидуальное задание

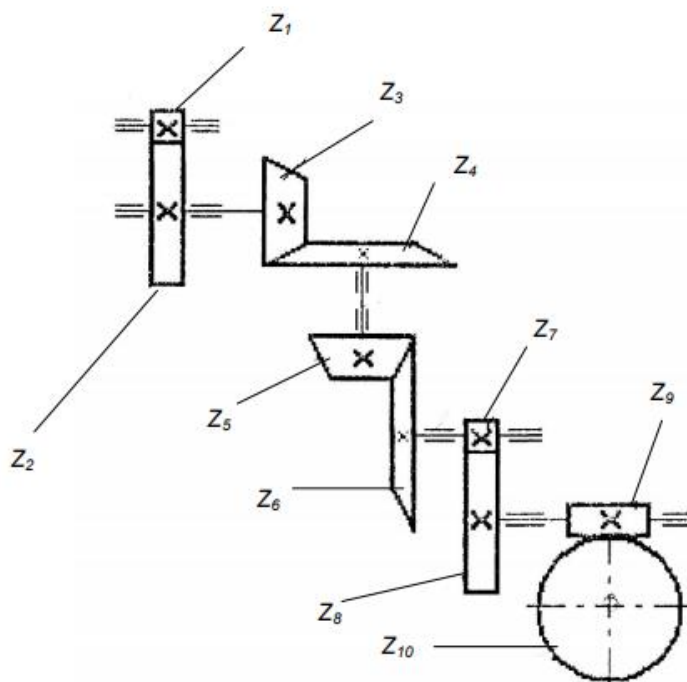
Определить:

- передаточное отношение между входными и выходными звеньями и каждой передачи в отдельности;
- угловую скорость, число оборотов, мощность и крутящий момент каждого вала;

- общий коэффициент полезного действия передачи.

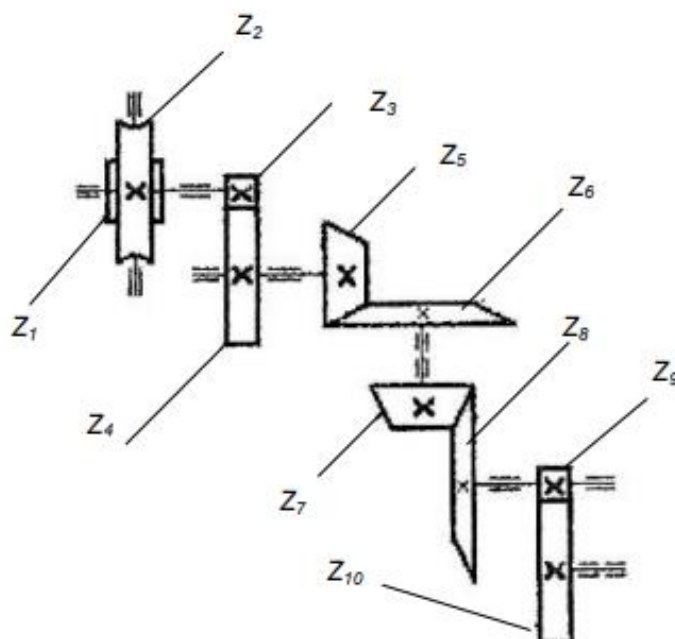
Для расчетов принять следующие значения к.п.д.: для пары цилиндрических колес $\eta_u=0,97$; для пары конических колес $\eta_k=0,95$; для червячной передачи при одно-, двух-, четырехзаходном червяке соответственно $\eta_q=0,7; 0,75; 0,8$; для пары подшипников качения $\eta_n=0,99$...

Варианты 1 – 2



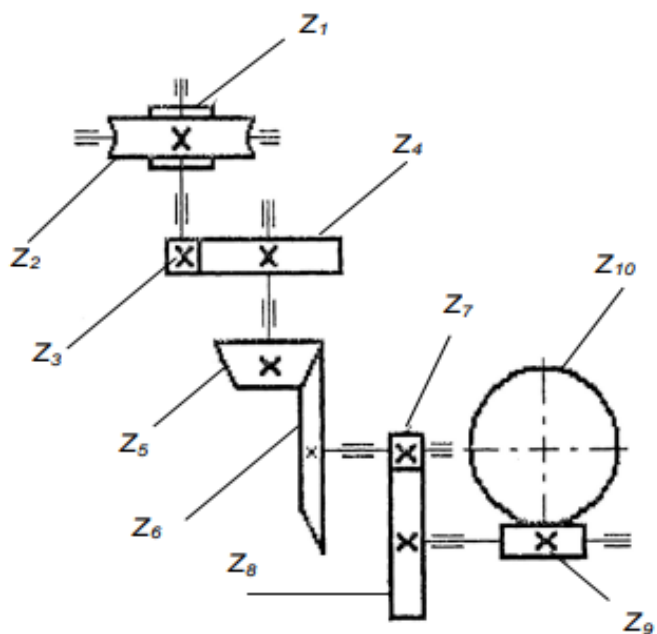
	1	2
Z_1	20	18
Z_2	40	72
Z_3	22	20
Z_4	66	80
Z_5	21	22
Z_6	42	55
Z_7	20	24
Z_8	60	60
Z_9	1	2
Z_{10}	28	58
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	100	350
$P, \text{кВт}$	1,0	1,5

Варианты 3 – 4



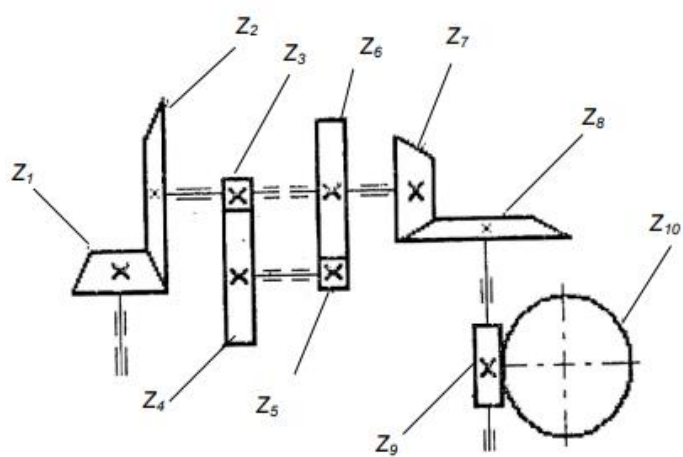
	3	4
Z_1	1	2
Z_2	28	32
Z_3	20	22
Z_4	60	66
Z_5	20	25
Z_6	42	75
Z_7	22	20
Z_8	60	60
Z_9	25	15
Z_{10}	100	60
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	150
$P, \text{кВт}$	5,0	5,5

Варианты 5 – 6



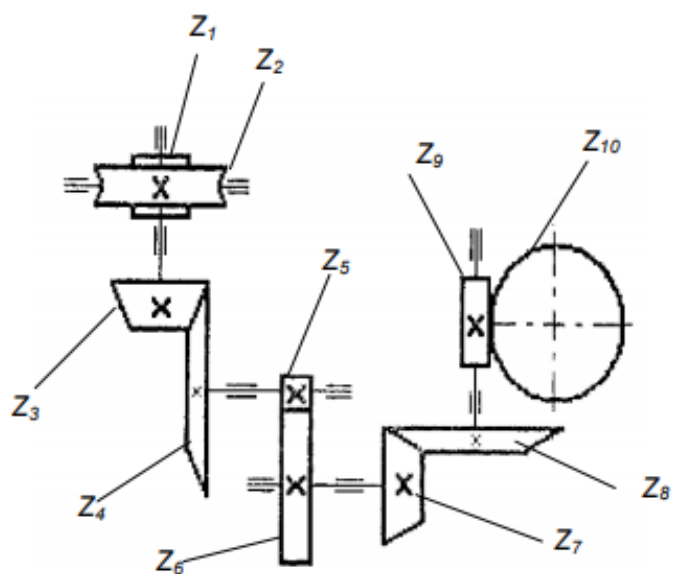
	5	6
Z_1	1	2
Z_2	28	72
Z_3	20	18
Z_4	80	54
Z_5	21	22
Z_6	21	55
Z_7	22	20
Z_8	66	60
Z_9	1	2
Z_{10}	22	30
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	380	320
$P, \text{кВт}$	10,0	9,5

Варианты 7 – 8



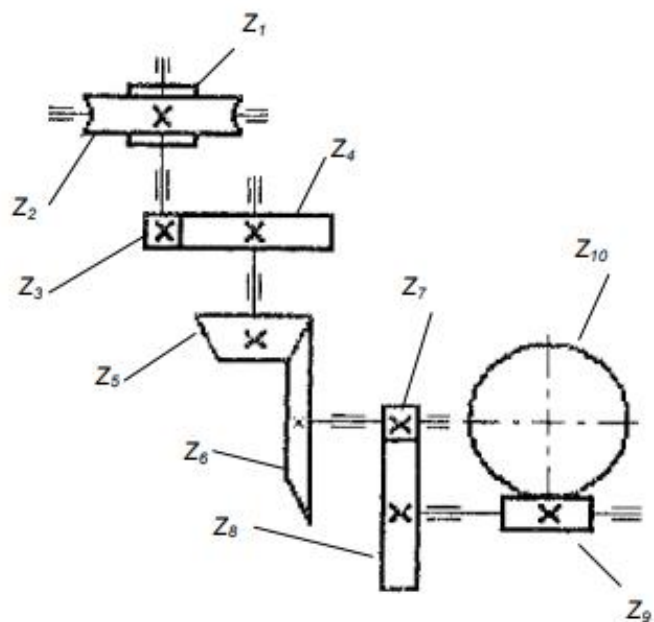
	7	8
Z_1	25	15
Z_2	100	60
Z_3	22	20
Z_4	60	60
Z_5	18	25
Z_6	42	75
Z_7	15	20
Z_8	60	60
Z_9	1	2
Z_{10}	28	72
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	150
$P, \text{кВт}$	2,0	2,5

Варианты 9 – 10



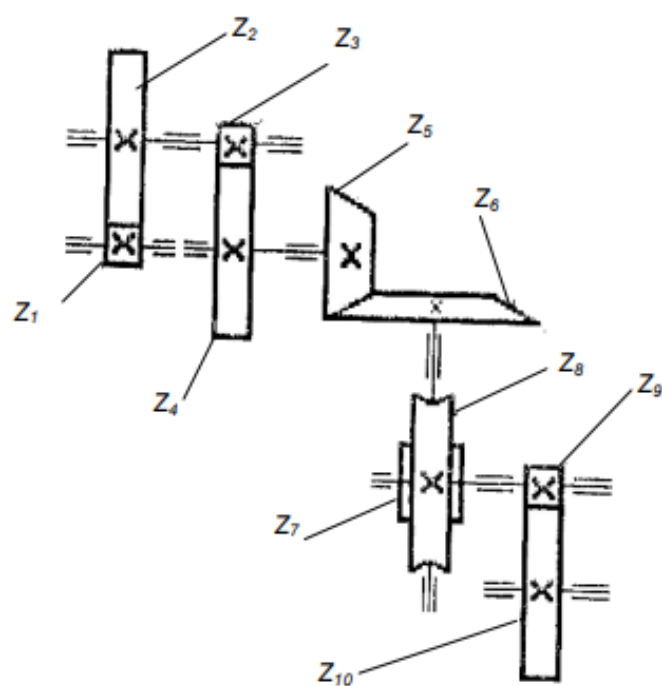
	9	10
Z_1	2	4
Z_2	60	51
Z_3	2	1
Z_4	32	30
Z_5	22	22
Z_6	22	88
Z_7	20	20
Z_8	70	20
Z_9	1	2
Z_{10}	24	50
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	260	240
$P, \text{кВт}$	1,0	2,0

Варианты 11 – 12



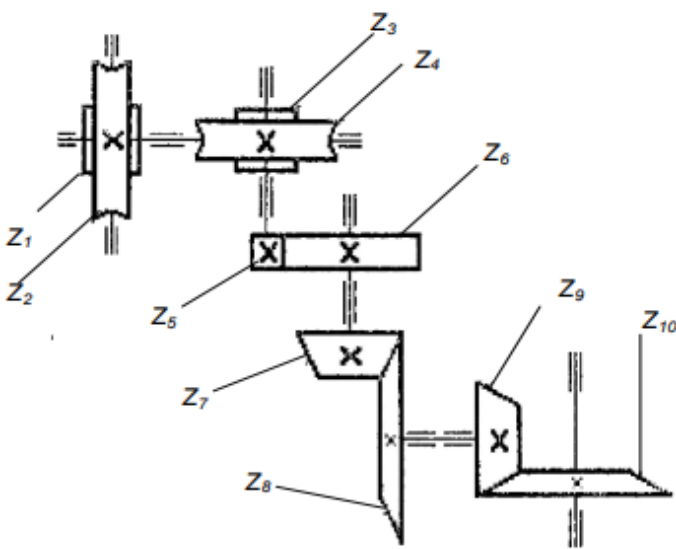
	11	12
Z_1	2	1
Z_2	44	25
Z_3	20	22
Z_4	60	66
Z_5	22	25
Z_6	22	75
Z_7	25	15
Z_8	25	30
Z_9	1	2
Z_{10}	22	75
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	340	420
$P, \text{кВт}$	5,2	5,6

Варианты 13 – 14



	13	14
Z_1	17	18
Z_2	34	72
Z_3	25	18
Z_4	57	54
Z_5	18	22
Z_6	36	55
Z_7	1	2
Z_8	28	72
Z_9	22	20
Z_{10}	66	60
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	100
$P, \text{кВт}$	6,0	6,5

Варианты 15 – 16



	15	16
Z_1	4	2
Z_2	100	60
Z_3	2	2
Z_4	60	60
Z_5	21	20
Z_6	42	50
Z_7	25	15
Z_8	100	60
Z_9	28	18
Z_{10}	28	72
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	150
$P, \text{кВт}$	1,0	2,0