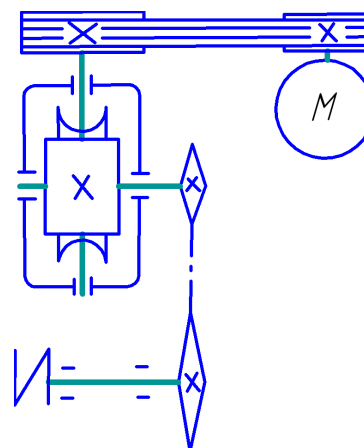


Вариант №1

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Угловая скорость выходного вала привода 2 с^{-1} .
2. Мощность на выходном валу привода **2 кВт**.
3. Возможны случайные перегрузки (отношение максимального момента к номинальному) **2,3**
4. Срок службы: **8 лет, 250 дней в году, 16 часов в сутки**.
5. Режим работы постоянный.
6. Производство малосерийное.



Определение кинематических и нагрузочных параметров привода

1. Определение общего КПД:

$$\eta = \eta_{\text{рем}} \eta_{\text{черв}} \eta_{\text{цеп}} \eta_{\text{м}} = 0,93 \cdot 0,80 \cdot 0,90 \cdot 0,99 = 0,66 ,$$

где $\eta_{\text{рем}}$ - КПД клиноременной передачи;
 $\eta_{\text{черв}}$ - КПД червячной закрытой передачи;
 $\eta_{\text{цеп}}$ - КПД цепной передачи;
 $\eta_{\text{м}}$ - КПД муфты.

2. Определение потребной мощности электродвигателя:

$$P_{\text{э}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta} = \frac{2}{0,66} = 3,01 \text{ кВт}.$$

3. Выбор электродвигателя:

электродвигатель серии АИР, асинхронная частота вращения 2850 мин^{-1}

АИР 100S2 ТУ 16-525.564-84

$P_{\text{э}} = 4 \text{ кВт}$; $n_{\text{э}} = 2850 \text{ мин}^{-1}$.

4. Определение общего передаточного отношения привода и разбивка его по ступеням:

$$i = \frac{n_{\text{э}}}{n_{\text{вых}}} = \frac{2850}{19,1} = 149,2 ,$$

где

$$n_{\text{вых}} = \frac{30 \omega_{\text{вых}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 2}{3,14} = 19,1 \text{ мин}^{-1},$$

$$i = i_{\text{рем}} \cdot i_{\text{черв}} \cdot i_{\text{цеп}}; \text{ принято } i_{\text{рем}} = 2,0, i_{\text{цеп}} = 2,0, i_{\text{черв}} = \frac{i}{i_{\text{цеп}} \cdot i_{\text{рем}}} = \frac{149,2}{2,0 \cdot 2,0} = 37,3.$$

5. Определение мощности на каждом валу привода:

$$P_1 = 3,0 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{рем}} = 3,0 \cdot 0,93 = 2,8 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{черв}} = 2,8 \cdot 0,80 = 2,2 \text{ кВт};$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{\text{цеп}} \cdot \eta_{\text{м}} = 2,2 \cdot 0,90 \cdot 0,99 = 2,0 \text{ кВт}.$$

6. Определение частот вращения каждого вала:

$$n_1 = n_3 = 2850 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{рем}}} = \frac{2850}{2,0} = 1425 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{черв}}} = \frac{1425}{37,3} = 38,2 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{цеп}}} = \frac{38,2}{2,0} = 19,1 \text{ мин}^{-1};$$

7. Определение угловых скоростей на каждом валу:

$$\omega_1 = \omega_3 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 2850}{30} = 298,3 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 1425}{30} = 149,2 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 38,2}{30} = 4,0 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 19,1}{30} = 2,0 \text{ с}^{-1}.$$

8. Определение вращающего момента на каждом валу:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{3,0 \cdot 10^3}{298,3} = 10 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = T_1 i_{\text{рем}} \eta_{\text{рем}} = 10 \cdot 2,0 \cdot 0,93 = 19 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = T_2 i_{\text{черв}} \eta_{\text{черв}} = 19 \cdot 37,3 \cdot 0,8 = 561 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = T_3 i_{\text{цеп}} \eta_{\text{цеп}} \eta_{\text{м}} = 561 \cdot 2,0 \cdot 0,90 \cdot 0,99 = 1010 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Проектировочный расчет валов

Вычисление диаметров выходных концов валов привода:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 [\tau]}},$$

где T- вращающий момент на проектируемом валу;

$[\tau] = 12 \dots 20$ МПа.

Принимаем $[\tau] = 20$ МПа.

Вал 1 - вала эл. двигателя – справочный материал.

Вал 2:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{19 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 16,3 \text{ мм},$$

назначаем $d_2 = 20$ мм.

Вал 3:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{561 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 50,0 \text{ мм},$$

назначаем $d_3 = 50$ мм.

Вал 4:

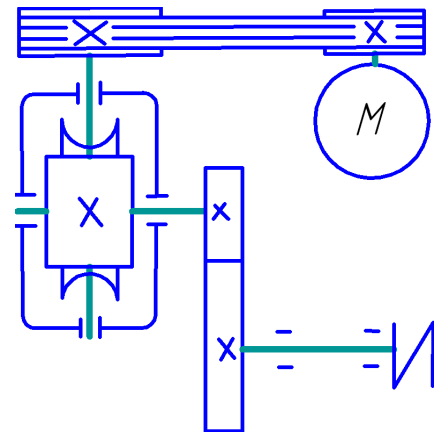
$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{1010 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 60,6 \text{ мм},$$

назначаем $d_4 = 60$ мм

Вариант №2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

7. Угловая скорость выходного вала привода 3 с^{-1} .
8. Мощность на выходном валу привода 3 кВт .
9. Возможны случайные перегрузки (отношение максимального момента к номинальному) $2,3$
10. Срок службы: 8 лет, 250 дней в году, 16 часов в сутки.
11. Режим работы тяжелый.
12. Производство малосерийное.



Определение кинематических и нагрузочных параметров привода

1. Определение общего КПД:

$$\eta = \eta_{\text{рем}} \eta_{\text{черв}} \eta_{\text{цил}} \eta_{\text{м}} = 0,93 \cdot 0,80 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 0,69 ,$$

где $\eta_{\text{рем}}$ - КПД клиноременной передачи;
 $\eta_{\text{черв}}$ - КПД червячной закрытой передачи;
 $\eta_{\text{цил}}$ - КПД цилиндрической открытой передачи;
 $\eta_{\text{м}}$ - КПД муфты.

2. Определение потребной мощности электродвигателя:

$$P_{\text{э}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta} = \frac{3}{0,69} = 4,33 \text{ кВт}.$$

3. Выбор электродвигателя:

электродвигатель серии АИР, асинхронная частота вращения 2850 мин^{-1}
АИР 100L2 ТУ 16-525.564-84
 $P_{\text{э}} = 5,5 \text{ кВт}$; $n_{\text{э}} = 2850 \text{ мин}^{-1}$.

4. Определение общего передаточного отношения привода и разбивка его по ступеням:

$$i = \frac{n_{\text{э}}}{n_{\text{вых}}} = \frac{2850}{28,66} = 99,4 ,$$

где

$$n_{\text{вых}} = \frac{30 \omega_{\text{вых}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 3}{3,14} = 28,66 \text{ мин}^{-1} ,$$

$$i = i_{\text{рем}} \cdot i_{\text{черв}} \cdot i_{\text{цил}} ; \text{ принято } i_{\text{рем}} = 2,0, i_{\text{цил}} = 3,0, i_{\text{черв}} = \frac{i}{i_{\text{цил}} \cdot i_{\text{рем}}} = \frac{99,4}{3,0 \cdot 2,0} = 16,6.$$

5. Определение мощности на каждом валу привода:

$$P_1 = 4,3 \text{ кВт} ;$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{рем}} = 4,3 \cdot 0,93 = 4,0 \text{ кВт} ;$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{черв}} = 4,0 \cdot 0,80 = 3,2 \text{ кВт} ;$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{\text{цил}} \cdot \eta_{\text{м}} = 3,2 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 3,0 \text{ кВт} .$$

6. Определение частот вращения каждого вала:

$$n_1 = n_3 = 2850 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{рем}}} = \frac{2850}{2,0} = 1425 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{черв}}} = \frac{1425}{16,6} = 85,8 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{цил}}} = \frac{85,8}{3,0} = 28,6 \text{ мин}^{-1};$$

7. Определение угловых скоростей на каждом валу:

$$\omega_1 = \omega_3 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 2850}{30} = 298,3 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 1425}{30} = 149,2 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 85,8}{30} = 9,0 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 28,6}{30} = 3,0 \text{ с}^{-1}.$$

8. Определение вращающего момента на каждом валу:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{4,3 \cdot 10^3}{298,3} = 15 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = T_1 i_{\text{рем}} \eta_{\text{рем}} = 15 \cdot 2,0 \cdot 0,93 = 27 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = T_2 i_{\text{черв}} \eta_{\text{черв}} = 27 \cdot 16,6 \cdot 0,8 = 359 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = T_3 i_{\text{цил}} \eta_{\text{цил}} \eta_{\text{м}} = 359 \cdot 3,0 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 1012 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Проектировочный расчет валов

Вычисление диаметров выходных концов валов привода:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 [\tau]}},$$

где T- вращающий момент на проектируемом валу;

$[\tau] = 12 \dots 20$ МПа.

Принимаем $[\tau] = 20$ МПа.

Вал 1 - вала эл. двигателя – справочный материал.

Вал 2:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{27 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 18,4 \text{ мм},$$

назначаем $d_2 = 20$ мм.

Вал 3:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{359 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 43,1 \text{ мм},$$

назначаем $d_3 = 45$ мм.

Вал 4:

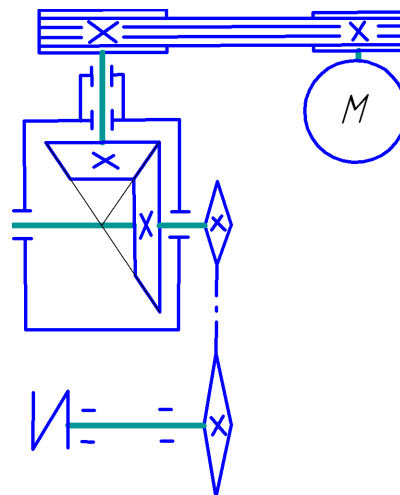
$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{1012 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 60,67 \text{ мм},$$

назначаем $d_4 = 60$ мм

Вариант №3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- Угловая скорость выходного вала привода 14 с^{-1} .
- Мощность на выходном валу привода 4 кВт .
- Возможны случайные перегрузки (отношение максимального момента к номинальному) $2,3$
- Срок службы: 8 лет, 250 дней в году, 16 часов в сутки.
- Режим работы средневероятный.
- Производство малосерийное.



Определение кинематических и нагрузочных параметров привода

- Определение общего КПД:

$$\eta = \eta_{\text{рем}} \eta_{\text{кон}} \eta_{\text{цеп}} \eta_{\text{м}} = 0,93 \cdot 0,96 \cdot 0,90 \cdot 0,99 = 0,8,$$

где $\eta_{\text{рем}}$ - КПД клиноременной передачи;
 $\eta_{\text{кон}}$ - КПД конической закрытой передачи;
 $\eta_{\text{цеп}}$ - КПД цепной передачи;
 $\eta_{\text{м}}$ - КПД муфты.

- Определение потребляемой мощности электродвигателя:

$$P_{\text{э}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta} = \frac{4}{0,80} = 5,03 \text{ кВт}.$$

- Выбор электродвигателя:

электродвигатель серии АИР, асинхронная частота вращения 1432 мин^{-1}

АИР 112 М4 ТУ 16-525.564-84

$P_{\text{э}} = 5,5 \text{ кВт}$; $n_{\text{э}} = 1432 \text{ мин}^{-1}$.

- Определение общего передаточного отношения привода и разбивка его по ступеням:

$$i = \frac{n_{\text{э}}}{n_{\text{вых}}} = \frac{1432}{133,76} = 10,7,$$

где

$$n_{\text{вых}} = \frac{30 \omega_{\text{вых}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 14}{3,14} = 133,76 \text{ мин}^{-1},$$

$$i = i_{\text{рем}} \cdot i_{\text{кон}} \cdot i_{\text{цеп}}; \text{принято } i_{\text{рем}} = 2,0, i_{\text{цеп}} = 2,0, \quad i_{\text{кон}} = \frac{i}{i_{\text{цеп}} \cdot i_{\text{рем}}} = \frac{10,7}{2 \cdot 2} = 2,7.$$

- Определение мощности на каждом валу привода:

$$P_1 = 5,0 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{рем}} = 5,0 \cdot 0,93 = 4,7 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{кон}} = 4,7 \cdot 0,96 = 4,5 \text{ кВт};$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{\text{цеп}} \cdot \eta_{\text{м}} = 4,5 \cdot 0,90 \cdot 0,99 = 4,0 \text{ кВт}.$$

6. Определение частот вращения каждого вала:

$$n_1 = n_3 = 1432 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{рем}}} = \frac{1432}{2} = 716 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{кон}}} = \frac{716}{2,7} = 265,2 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{цеп}}} = \frac{265,2}{2} = 132,6 \approx 133,7 \text{ мин}^{-1};$$

7. Определение угловых скоростей на каждом валу:

$$\omega_1 = \omega_3 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1432}{30} = 149,9 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 716}{30} = 74,9 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 265,2}{30} = 27,8 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 132,59}{30} \approx 14,0 \text{ с}^{-1}.$$

8. Определение вращающего момента на каждом валу:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{5,0 \cdot 10^3}{149,9} = 34 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = T_1 i_{\text{рем}} \eta_{\text{рем}} = 34 \cdot 2 \cdot 0,93 = 62 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = T_2 i_{\text{кон}} \eta_{\text{кон}} = 62 \cdot 2,7 \cdot 0,96 = 162 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = T_3 i_{\text{цеп}} \eta_{\text{цеп}} \eta_m = 162 \cdot 2 \cdot 0,90 \cdot 0,99 = 291 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Проектировочный расчет валов

Вычисление диаметров выходных концов валов привода:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 [\tau]}},$$

где T- вращающий момент на проектируемом валу;

[τ]= 12...20 МПа.

Принимаем [τ]=20 МПа.

Вал 1 - вала эл. двигателя – справочный материал.

Вал 2:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{62 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 24,2 \text{ мм},$$

назначаем $d_2 = 25 \text{ мм}$.

Вал 3:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{162 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 33,1 \text{ мм},$$

назначаем $d_3 = 35 \text{ мм}$.

Вал 4:

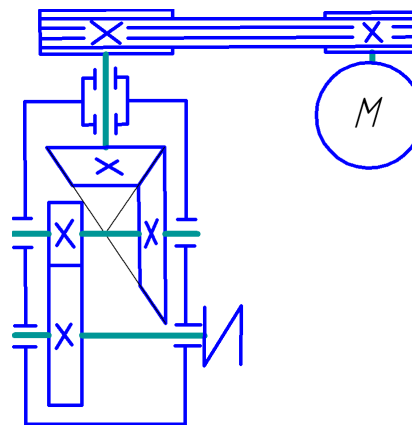
$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{291 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 40,2 \text{ мм},$$

назначаем $d_4 = 40 \text{ мм}$

Вариант №4

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

19. Угловая скорость выходного вала привода 5 с^{-1} .
20. Мощность на выходном валу привода 5 кВт .
21. Возможны случайные перегрузки (отношение максимального момента к номинальному) $2,3$
22. Срок службы: 8 лет, 250 дней в году, 16 часов в сутки.
23. Режим работы средненормальный.
24. Производство малосерийное.



Определение кинематических и нагрузочных параметров привода

1. Определение общего КПД:

$$\eta = \eta_{\text{рем}} \eta_{\text{кон}} \eta_{\text{цил}} \eta_{\text{м}} = 0,93 \cdot 0,96 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 0,83 ,$$

где $\eta_{\text{рем}}$ - КПД клиноременной передачи;
 $\eta_{\text{кон}}$ - КПД конической закрытой передачи;
 $\eta_{\text{цил}}$ - КПД цилиндрической закрытой передачи;
 $\eta_{\text{м}}$ - КПД муфты.

2. Определение потребной мощности электродвигателя:

$$P_3 = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta} = \frac{5}{0,83} = 6,02 \text{ кВт}.$$

3. Выбор электродвигателя:

электродвигатель серии АИР, асинхронная частота вращения 1440 мин^{-1}

АИР 132 S4 ТУ 16-525.564-84

$P_3 = 7,5 \text{ кВт}$; $n_3 = 1440 \text{ мин}^{-1}$.

4. Определение общего передаточного отношения привода и разбивка его по ступеням:

$$i = \frac{n_3}{n_{\text{вых}}} = \frac{1440}{47,77} = 30,14 ,$$

где

$$n_{\text{вых}} = \frac{30 \omega_{\text{вых}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 5}{3,14} = 47,77 \text{ мин}^{-1},$$

$$i = i_{\text{рем}} \cdot i_{\text{кон}} \cdot i_{\text{цил}}; \text{принято } i_{\text{рем}} = 2,5, i_{\text{кон}} = 3,2, i_{\text{цил}} = \frac{i}{i_{\text{кон}} \cdot i_{\text{рем}}} = \frac{30,14}{3,2 \cdot 2,5} = 3,8.$$

5. Определение мощности на каждом валу привода:

$$P_1 = 6,0 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{рем}} = 6,0 \cdot 0,93 = 5,6 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{кон}} = 5,6 \cdot 0,96 = 5,4 \text{ кВт};$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{\text{цил}} \cdot \eta_{\text{м}} = 5,4 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 5,0 \text{ кВт}.$$

6. Определение частот вращения каждого вала:

$$n_1 = n_3 = 1440 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{рем}}} = \frac{1440}{2,5} = 576,0 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{кон}}} = \frac{576,0}{3,2} = 180,0 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{цпл}}} = \frac{180,0}{3,8} = 47,4 \approx 47,77 \text{ мин}^{-1};$$

7. Определение угловых скоростей на каждом валу:

$$\omega_1 = \omega_3 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1440}{30} = 150,7 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 576}{30} = 60,3 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 180}{30} = 18,8 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 47,4}{30} \approx 5,0 \text{ с}^{-1}.$$

8. Определение вращающего момента на каждом валу:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{6,0 \cdot 10^3}{150,7} = 40 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = T_1 i_{\text{рем}} \eta_{\text{рем}} = 40 \cdot 2,5 \cdot 0,93 = 93 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = T_2 i_{\text{кон}} \eta_{\text{кон}} = 93 \cdot 3,2 \cdot 0,96 = 285 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = T_3 i_{\text{цпл}} \eta_{\text{цпл}} \eta_m = 285 \cdot 3,8 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 1019 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Проектировочный расчет валов

Вычисление диаметров выходных концов валов привода:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 [\tau]}},$$

где T - вращающий момент на проектируемом валу;

$[\tau] = 12 \dots 20$ МПа.

Принимаем $[\tau] = 20$ МПа.

Вал 1 - вала эл. двигателя – справочный материал.

Вал 2:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{93 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 27,6 \text{ мм},$$

назначаем $d_2 = 30$ мм.

Вал 3:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{285 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 39,9 \text{ мм},$$

назначаем $d_3 = 40$ мм.

Вал 4:

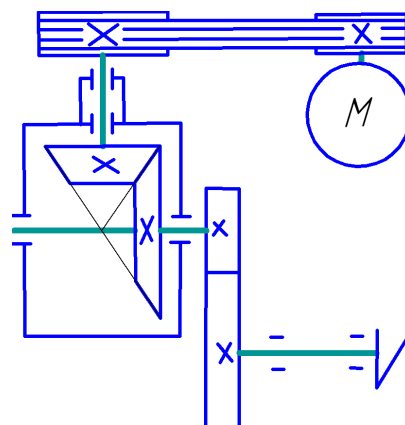
$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{1019 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 60,81 \text{ мм},$$

назначаем $d_4 = 60$ мм.

Вариант №5

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

25. Угловая скорость выходного вала привода 6 с^{-1} .
26. Мощность на выходном валу привода 6 кВт .
27. Возможны случайные перегрузки (отношение максимального момента к номинальному) $2,3$
28. Срок службы: **8 лет, 250 дней в году, 16 часов в сутки.**
29. Режим работы легкий.
30. Производство малосерийное.



Определение кинематических и нагрузочных параметров привода

1. Определение общего КПД:

$$\eta = \eta_{\text{рем}} \eta_{\text{кон}} \eta_{\text{цил}} \eta_{\text{м}} = 0,93 \cdot 0,96 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 0,83 ,$$

где $\eta_{\text{рем}}$ - КПД клиноременной передачи;
 $\eta_{\text{кон}}$ - КПД конической закрытой передачи;
 $\eta_{\text{цил}}$ - КПД цилиндрической открытой передачи;
 $\eta_{\text{м}}$ - КПД муфты.

2. Определение потребной мощности электродвигателя:

$$P_3 = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta} = \frac{6}{0,83} = 7,2 \text{ кВт}.$$

3. Выбор электродвигателя:

электродвигатель серии АИР, асинхронная частота вращения 1440 мин^{-1}

АИР 132 S4 ТУ 16-525.564-84

$P_3 = 7,5 \text{ кВт}$; $n_3 = 1440 \text{ мин}^{-1}$.

4. Определение общего передаточного отношения привода и разбивка его по ступеням:

$$i = \frac{n_3}{n_{\text{вых}}} = \frac{1440}{57,32} = 25,1 ,$$

где

$$n_{\text{вых}} = \frac{30 \omega_{\text{вых}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 6}{3,14} = 57,32 \text{ мин}^{-1},$$

$$i = i_{\text{рем}} \cdot i_{\text{кон}} \cdot i_{\text{цил}}; \text{принято } i_{\text{рем}} = 2,0, i_{\text{кон}} = 3,0, i_{\text{цил}} = \frac{i}{i_{\text{кон}} \cdot i_{\text{рем}}} = \frac{25,12}{3,0 \cdot 2} = 4,2.$$

5. Определение мощности на каждом валу привода:

$$P_1 = 7,2 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{рем}} = 7,2 \cdot 0,93 = 6,7 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{кон}} = 6,7 \cdot 0,96 = 6,4 \text{ кВт};$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{\text{цил}} \cdot \eta_{\text{м}} = 6,4 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 6,0 \text{ кВт}.$$

6. Определение частот вращения каждого вала:

$$n_1 = n_3 = 1440 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{рем}}} = \frac{1440}{2} = 720 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{кон}}} = \frac{720}{3} = 240 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{цпл}}} = \frac{240}{4,2} = 57,1 \approx 57,32 \text{ мин}^{-1};$$

7. Определение угловых скоростей на каждом валу:

$$\omega_1 = \omega_3 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1440}{30} = 150,7 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 720}{30} = 75,4 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 240}{30} = 25,1 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 57,1}{30} \approx 6,0 \text{ с}^{-1}.$$

8. Определение вращающего момента на каждом валу:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{7,2 \cdot 10^3}{150,7} = 48 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = T_1 i_{\text{рем}} \eta_{\text{рем}} = 48 \cdot 2 \cdot 0,93 = 89 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = T_2 i_{\text{кон}} \eta_{\text{кон}} = 89 \cdot 3 \cdot 0,96 = 257 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = T_3 i_{\text{цпл}} \eta_{\text{цпл}} \eta_m = 257 \cdot 4,2 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 1013 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Проектировочный расчет валов

Вычисление диаметров выходных концов валов привода:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 [\tau]}}$$

где T - вращающий момент на проектируемом валу;

$[\tau] = 12 \dots 20$ МПа.

Принимаем $[\tau] = 20$ МПа.

Вал 1 - вала эл. двигателя – справочный материал.

Вал 2:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{89 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 27,2 \text{ мм},$$

назначаем $d_2 = 30$ мм.

Вал 3:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{257 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 38,6 \text{ мм},$$

назначаем $d_3 = 40$ мм.

Вал 4:

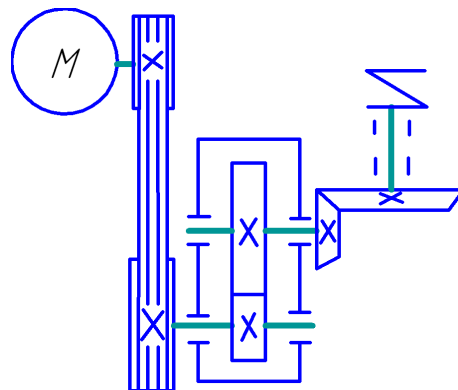
$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{1013 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 60,7 \text{ мм},$$

назначаем $d_4 = 60$ мм.

Вариант №6

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

31. Угловая скорость выходного вала привода 7 с^{-1} .
32. Мощность на выходном валу привода 7 кВт .
33. Возможны случайные перегрузки (отношение максимального момента к номинальному) $2,3$
34. Срок службы: **8 лет, 250 дней в году, 16 часов в сутки.**
35. Режим работы постоянный.
36. Производство малосерийное.



Определение кинематических и нагрузочных параметров привода

1. Определение общего КПД:

$$\eta = \eta_{\text{рем}} \eta_{\text{цил}} \eta_{\text{кон}} \eta_{\text{м}} = 0,93 \cdot 0,97 \cdot 0,93 \cdot 0,99 = 0,83 ,$$

где $\eta_{\text{рем}}$ - КПД клиноременной передачи;
 $\eta_{\text{цил}}$ - КПД цилиндрической закрытой передачи;
 $\eta_{\text{кон}}$ - КПД конической открытой передачи;
 $\eta_{\text{м}}$ - КПД муфты.

2. Определение потребной мощности электродвигателя:

$$P_{\text{э}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta} = \frac{7}{0,83} = 8,43 \text{ кВт}.$$

3. Выбор электродвигателя:

электродвигатель серии АИР, асинхронная частота вращения 1447 мин^{-1}
АИР 132 М4 ТУ 16-525.564-84
 $P_{\text{э}} = 11 \text{ кВт}; n_{\text{э}} = 1447 \text{ мин}^{-1}$.

4. Определение общего передаточного отношения привода и разбивка его по ступеням:

$$i = \frac{n_{\text{э}}}{n_{\text{вых}}} = \frac{1447}{66,88} = 21,6 ,$$

где

$$n_{\text{вых}} = \frac{30 \omega_{\text{вых}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 7}{3,14} = 66,88 \text{ мин}^{-1},$$

$$i = i_{\text{рем}} \cdot i_{\text{цил}} \cdot i_{\text{кон}}; \text{принято } i_{\text{рем}} = 2,0, i_{\text{кон}} = 3,0, \quad i_{\text{цил}} = \frac{i}{i_{\text{кон}} \cdot i_{\text{рем}}} = \frac{21,6}{3,0 \cdot 2} = 3,6.$$

5. Определение мощности на каждом валу привода:

$$P_1 = 8,4 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{рем}} = 8,4 \cdot 0,93 = 7,8 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{цил}} = 7,8 \cdot 0,97 = 7,6 \text{ кВт};$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{\text{кон}} \cdot \eta_{\text{м}} = 7,6 \cdot 0,93 \cdot 0,99 = 7,0 \text{ кВт}.$$

6. Определение частот вращения каждого вала:

$$n_1 = n_3 = 1447 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{рем}}} = \frac{1447}{2} = 723,5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{цпл}}} = \frac{723,5}{3,6} = 201 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{кон}}} = \frac{201}{3} = 67 \approx 66,88 \text{ мин}^{-1};$$

7. Определение угловых скоростей на каждом валу:

$$\omega_1 = \omega_3 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1447}{30} = 151,5 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 723,5}{30} = 75,7 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 201}{30} = 21 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 66,88}{30} = 7,0 \text{ с}^{-1}.$$

8. Определение вращающего момента на каждом валу:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{8,4 \cdot 10^3}{151,5} = 56 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = T_1 i_{\text{рем}} \eta_{\text{рем}} = 56 \cdot 2 \cdot 0,93 = 104 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = T_2 i_{\text{цпл}} \eta_{\text{цпл}} = 104 \cdot 3,6 \cdot 0,97 = 361 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = T_3 i_{\text{кон}} \eta_{\text{кон}} \eta_{\text{м}} = 361 \cdot 3,0 \cdot 0,93 \cdot 0,99 = 1008 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Проектировочный расчет валов

Вычисление диаметров выходных концов валов привода:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 [\tau]}},$$

где T- вращающий момент на проектируемом валу;

[τ]= 12...20 МПа.

Принимаем [τ]=20 МПа.

Вал 1 - вала эл. двигателя – справочный материал.

Вал 2:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{104 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 28,6 \text{ мм},$$

назначаем $d_2 = 30 \text{ мм}$.

Вал 3:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{361 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 43,2 \text{ мм},$$

назначаем $d_3 = 45 \text{ мм}$.

Вал 4:

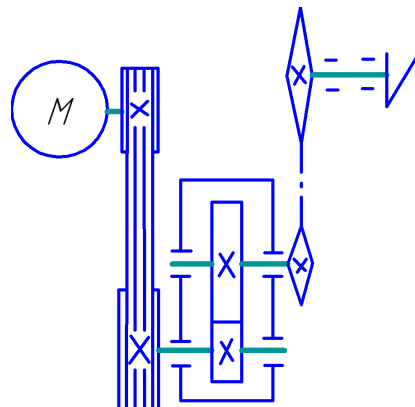
$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{1008 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 60,6 \text{ мм},$$

назначаем $d_4 = 60 \text{ мм}$.

Вариант №7

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

37. Угловая скорость выходного вала привода 8 с^{-1} .
38. Мощность на выходном валу привода 8 кВт .
39. Возможны случайные перегрузки (отношение максимального момента к номинальному) $2,3$
40. Срок службы: 8 лет, 250 дней в году, 16 часов в сутки.
41. Режим работы тяжелый.
42. Производство малосерийное.



Определение кинематических и нагрузочных параметров привода

1. Определение общего КПД:

$$\eta = \eta_{\text{рем}} \eta_{\text{цил}} \eta_{\text{цеп}} \eta_{\text{м}} = 0,93 \cdot 0,97 \cdot 0,9 \cdot 0,99 = 0,80 ,$$

где $\eta_{\text{рем}}$ - КПД клиноременной передачи;
 $\eta_{\text{цил}}$ - КПД цилиндрической закрытой передачи;
 $\eta_{\text{цеп}}$ - КПД цепной передачи;
 $\eta_{\text{м}}$ - КПД муфты.

2. Определение потребной мощности электродвигателя:

$$P_{\text{э}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta} = \frac{8}{0,80} = 9,95 \text{ кВт}.$$

3. Выбор электродвигателя:

электродвигатель серии АИР, асинхронная частота вращения 1447 мин^{-1}

АИР 132 М4 ТУ 16-525.564-84

$P_{\text{э}} = 11 \text{ кВт}$; $n_{\text{э}} = 1447 \text{ мин}^{-1}$.

4. Определение общего передаточного отношения привода и разбивка его по ступеням:

$$i = \frac{n_{\text{э}}}{n_{\text{вых}}} = \frac{1447}{76,43} = 18,9 ,$$

где

$$n_{\text{вых}} = \frac{30 \omega_{\text{вых}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 8}{3,14} = 76,43 \text{ мин}^{-1},$$

$$i = i_{\text{рем}} \cdot i_{\text{цил}} \cdot i_{\text{цеп}}; \text{принято } i_{\text{рем}} = 2,0, i_{\text{цил}} = 3,4, \quad i_{\text{цеп}} = \frac{i}{i_{\text{цил}} \cdot i_{\text{рем}}} = \frac{18,9}{3,4 \cdot 2} = 2,8.$$

5. Определение мощности на каждом валу привода:

$$P_1 = 9,95 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{рем}} = 9,95 \cdot 0,93 = 9,3 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{цил}} = 9,3 \cdot 0,97 = 9,0 \text{ кВт};$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{\text{цеп}} \cdot \eta_{\text{м}} = 9,0 \cdot 0,9 \cdot 0,99 = 8,0 \text{ кВт}.$$

6. Определение частот вращения каждого вала:

$$n_1 = n_3 = 1447 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{рем}}} = \frac{1447}{2} = 723,5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{цпл}}} = \frac{723,5}{3,4} = 212,8 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{цеп}}} = \frac{212,8}{2,8} \approx 76,4 \text{ мин}^{-1};$$

7. Определение угловых скоростей на каждом валу:

$$\omega_1 = \omega_3 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1447}{30} = 151,5 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 723,5}{30} = 75,7 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 212,8}{30} = 22,3 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 76,4}{30} = 8,0 \text{ с}^{-1}.$$

8. Определение вращающего момента на каждом валу:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{9,95 \cdot 10^3}{151,5} = 66 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = T_1 i_{\text{рем}} \eta_{\text{рем}} = 66 \cdot 2 \cdot 0,93 = 122 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = T_2 i_{\text{цпл}} \eta_{\text{цпл}} = 122 \cdot 3,4 \cdot 0,97 = 403 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = T_3 i_{\text{цеп}} \eta_{\text{цеп}} \eta_m = 403 \cdot 2,8 \cdot 0,90 \cdot 0,99 = 1016 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Проектировочный расчет валов

Вычисление диаметров выходных концов валов привода:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 [\tau]}}$$

где T- вращающий момент на проектируемом валу;

[τ]= 12...20 МПа.

Принимаем [τ]=20 МПа.

Вал 1 - вала эл. двигателя – справочный материал.

Вал 2:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{122 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 30,2 \text{ мм},$$

назначаем $d_2 = 30 \text{ мм}$.

Вал 3:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{403 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 44,8 \text{ мм},$$

назначаем $d_3 = 45 \text{ мм}$.

Вал 4:

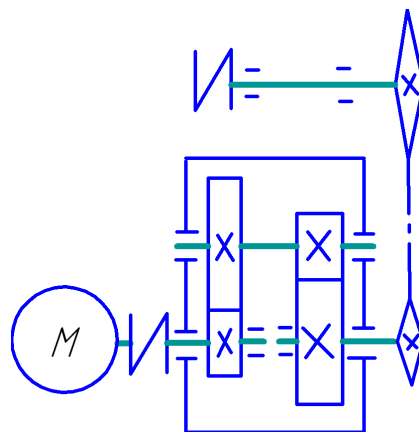
$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{1016 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 60,7 \text{ мм},$$

назначаем $d_4 = 60 \text{ мм}$.

Вариант №8

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

43. Угловая скорость выходного вала привода 8 с^{-1} .
44. Мощность на выходном валу привода 8 кВт .
45. Возможны случайные перегрузки (отношение максимального момента к номинальному) $2,3$
46. Срок службы: 8 лет, 250 дней в году, 16 часов в сутки.
47. Режим работы средневероятный.
48. Производство малосерийное.



Определение кинематических и нагрузочных параметров привода

1. Определение общего КПД:

$$\eta = \eta_m \eta_{ц.б} \eta_{ц.т} \eta_{цеп} \eta_m = 0,99 \cdot 0,93 \cdot 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 0,86 ,$$

где $\eta_{ц.б}$ - КПД цилиндрической закрытой быстроходной передачи;

$\eta_{ц.т}$ - КПД цилиндрической закрытой тихоходной передачи;

$\eta_{цеп}$ - КПД цепной передачи;

η_m - КПД муфты.

2. Определение потребляемой мощности электродвигателя:

$$P_э = \frac{P_{вых}}{\eta} = \frac{8}{0,86} = 9,328 \text{ кВт}.$$

3. Выбор электродвигателя:

электродвигатель серии АИР, асинхронная частота вращения 1447 мин^{-1}

АИР 132 М4 ТУ 16-525.564-84

$P_э = 11 \text{ кВт}$; $n_э = 1447 \text{ мин}^{-1}$.

4. Определение общего передаточного отношения привода и разбивка его по ступеням:

$$i = \frac{n_э}{n_{вых}} = \frac{1447}{76,43} = 18,9 ,$$

где

$$n_{вых} = \frac{30 \omega_{вых}}{\pi} = \frac{30 \cdot 8}{3,14} = 76,43 \text{ мин}^{-1},$$

$$i = i_{ц.б} \cdot i_{ц.т} \cdot i_{цеп}; \text{ принято } i_{цеп} = 2,0, i_{ц.б} = 3,3, \quad i_{ц.т} = \frac{i}{i_{ц.б} \cdot i_{цеп}} = \frac{18,9}{3,3 \cdot 2} = 2,9.$$

5. Определение мощности на каждом валу привода:

$$P_1 = 9,3 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{ц.б} \cdot \eta_m = 9,3 \cdot 0,93 \cdot 0,99 = 8,7 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{ц.т} = 8,7 \cdot 0,97 = 8,4 \text{ кВт};$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{цеп} \cdot \eta_m = 8,4 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 8,0 \text{ кВт}.$$

6. Определение частот вращения каждого вала:

$$n_1 = n_3 = 1447 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{у.б}} = \frac{1447}{3,3} = 438,5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{у.м}} = \frac{438,5}{2,9} = 151,2 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{цеп}} = \frac{151,2}{2,0} \approx 76,4 \text{ мин}^{-1};$$

7. Определение угловых скоростей на каждом валу:

$$\omega_1 = \omega_3 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1447}{30} = 151,5 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 438,5}{30} = 45,9 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 151,2}{30} = 15,8 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 76,4}{30} = 8,0 \text{ с}^{-1}.$$

8. Определение вращающего момента на каждом валу:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{9,3 \cdot 10^3}{151,5} = 62 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = T_1 i_{у.б} \eta_{у.б} \eta_m = 62 \cdot 3,3 \cdot 0,93 \cdot 0,99 = 189 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = T_2 i_{у.м} \eta_{у.м} = 189 \cdot 2,9 \cdot 0,97 = 532 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = T_3 i_{цеп} \eta_{цеп} \eta_m = 532 \cdot 2,0 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 1032 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Проектировочный расчет валов

Вычисление диаметров выходных концов валов привода:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 [\tau]}},$$

где T- вращающий момент на проектируемом валу;

[τ]= 12...20 МПа.

Принимаем [τ]=20 МПа.

Вал 1 - вала эл. двигателя – справочный материал.

Вал 2:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{189 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 34,9 \text{ мм},$$

назначаем $d_2 = 35 \text{ мм}$.

Вал 3:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{532 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 49,1 \text{ мм},$$

назначаем $d_3 = 50 \text{ мм}$.

Вал 4:

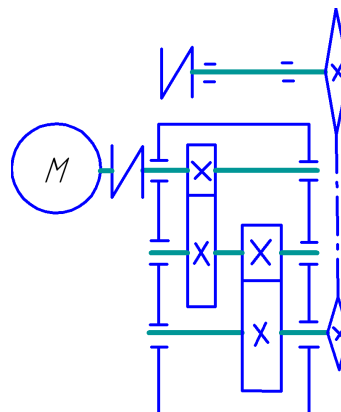
$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{1032 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 61,06 \text{ мм},$$

назначаем $d_4 = 60 \text{ мм}$.

Вариант №9

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

49. Угловая скорость выходного вала привода 9 с^{-1} .
50. Мощность на выходном валу привода 9 кВт .
51. Возможны случайные перегрузки (отношение максимального момента к номинальному) $2,3$
52. Срок службы: **8 лет, 250 дней в году, 16 часов в сутки.**
53. Режим работы средненормальный.
54. Производство малосерийное.



Определение кинематических и нагрузочных параметров привода

1. Определение общего КПД:

$$\eta = \eta_m \eta_{ц.б} \eta_{ц.т} \eta_{цеп} \eta_m = 0,93 \cdot 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 0,86 ,$$

где $\eta_{ц.б}$ - КПД цилиндрической закрытой быстроходной передачи;

$\eta_{ц.т}$ - КПД цилиндрической закрытой тихоходной передачи;

$\eta_{цеп}$ - КПД цепной передачи;

η_m - КПД муфты.

2. Определение потребной мощности электродвигателя:

$$P_э = \frac{P_{вых}}{\eta} = \frac{9}{0,86} = 10,49 \text{ кВт}.$$

3. Выбор электродвигателя:

электродвигатель серии АИР, асинхронная частота вращения 1447 мин^{-1}

АИР 132 М4 ТУ 16-525.564-84

$P_э = 11 \text{ кВт}$; $n_э = 1447 \text{ мин}^{-1}$.

4. Определение общего передаточного отношения привода и разбивка его по ступеням:

$$i = \frac{n_э}{n_{вых}} = \frac{1447}{85,98} = 16,8 ,$$

где

$$n_{вых} = \frac{30 \omega_{вых}}{\pi} = \frac{30 \cdot 9}{3,14} = 85,98 \text{ мин}^{-1},$$

$$i = i_{ц.б} \cdot i_{ц.т} \cdot i_{цеп}; \text{ принято } i_{цеп} = 2,0, i_{ц.б} = 3,1, \quad i_{ц.т} = \frac{i}{i_{ц.б} \cdot i_{цеп}} = \frac{16,8}{3,1 \cdot 2} = 2,7.$$

5. Определение мощности на каждом валу привода:

$$P_1 = 10,5 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{ц.б} = 10,5 \cdot 0,99 \cdot 0,93 = 9,8 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{ц.т} = 9,8 \cdot 0,97 = 9,5 \text{ кВт};$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{цеп} \cdot \eta_m = 9,5 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 9,0 \text{ кВт}.$$

6. Определение частот вращения каждого вала:

$$n_1 = n_3 = 1447 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{у.б}} = \frac{1447}{3,1} = 466,8 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{у.м}} = \frac{466,8}{2,7} = 172,9 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{цеп}} = \frac{172,9}{2,0} \approx 85,9 \text{ мин}^{-1};$$

7. Определение угловых скоростей на каждом валу:

$$\omega_1 = \omega_3 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1447}{30} = 151,5 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 466,8}{30} = 48,9 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 172,9}{30} = 18,1 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 85,9}{30} = 9,0 \text{ с}^{-1}.$$

8. Определение вращающего момента на каждом валу:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{10,5 \cdot 10^3}{151,5} = 69 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = T_1 i_{у.б} \eta_{у.б} \eta_m = 69 \cdot 3,1 \cdot 0,93 \cdot 0,99 = 196,93 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = T_2 i_{у.м} \eta_{у.м} = 196,93 \cdot 2,7 \cdot 0,97 = 515,78 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = T_3 i_{цеп} \eta_{цеп} \eta_m = 515,78 \cdot 2,0 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 990,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Проектировочный расчет валов

Вычисление диаметров выходных концов валов привода:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 [\tau]}}$$

где T- вращающий момент на проектируемом валу;

$[\tau] = 12 \dots 20$ МПа.

Принимаем $[\tau] = 20$ МПа.

Вал 1 - вала эл. двигателя – справочный материал.

Вал 2:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{196,93 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 35,5 \text{ мм},$$

назначаем $d_2 = 35$ мм.

Вал 3:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{515,78 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 48,8 \text{ мм},$$

назначаем $d_3 = 50$ мм.

Вал 4:

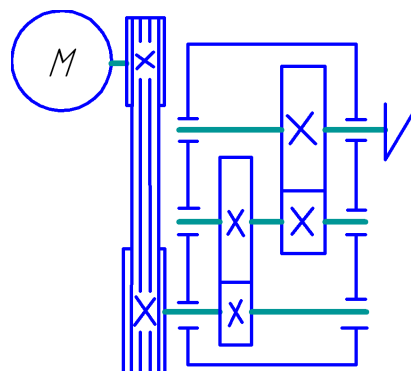
$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{990,6 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 60,74 \text{ мм},$$

назначаем $d_4 = 60$ мм

Вариант №0

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

55. Угловая скорость выходного вала привода 10 с^{-1} .
56. Мощность на выходном валу привода 10 кВт .
57. Возможны случайные перегрузки (отношение максимального момента к номинальному) $2,3$
58. Срок службы: **8 лет, 250 дней в году, 16 часов в сутки.**
59. Режим работы легкий.
60. Производство малосерийное.



Определение кинематических и нагрузочных параметров привода

1. Определение общего КПД:

$$\eta = \eta_{\text{рем}} \eta_{\text{ц.б}} \eta_{\text{ц.т}} \eta_{\text{м}} = 0,93 \cdot 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 0,87 ,$$

где $\eta_{\text{рем}}$ - КПД ременной передачи;

$\eta_{\text{ц.б}}$ - КПД цилиндрической закрытой быстроходной передачи;

$\eta_{\text{ц.т}}$ - КПД цилиндрической закрытой тихоходной передачи;

$\eta_{\text{м}}$ - КПД муфты.

2. Определение потребной мощности электродвигателя:

$$P_{\text{э}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta} = \frac{10}{0,87} = 11,54 \text{ кВт}.$$

3. Выбор электродвигателя:

электродвигатель серии АИР, асинхронная частота вращения 1455 мин^{-1}

АИР 160 S4 ТУ 16-525.564-84

$P_{\text{э}} = 15 \text{ кВт}$; $n_{\text{э}} = 1455 \text{ мин}^{-1}$.

4. Определение общего передаточного отношения привода и разбивка его по ступеням:

$$i = \frac{n_{\text{э}}}{n_{\text{вых}}} = \frac{1455}{95,54} = 15,2 ,$$

где

$$n_{\text{вых}} = \frac{30 \omega_{\text{вых}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 10}{3,14} = 95,54 \text{ мин}^{-1} ,$$

$$i = i_{\text{рем}} \cdot i_{\text{ц.б}} \cdot i_{\text{ц.т}} ; \text{принято } i_{\text{рем}} = 2,0, i_{\text{ц.б}} = 2,9, \quad i_{\text{ц.т}} = \frac{i}{i_{\text{ц.б}} \cdot i_{\text{рем}}} = \frac{9,4}{2 \cdot 2,9} = 2,6.$$

5. Определение мощности на каждом валу привода:

$$P_1 = 11,5 \text{ кВт} ;$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{рем}} = 11,5 \cdot 0,93 = 10,7 \text{ кВт} ;$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{ц.б}} = 10,7 \cdot 0,97 = 10,4 \text{ кВт} ;$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{\text{ц.т}} \cdot \eta_{\text{м}} = 10,7 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 10,0 \text{ кВт} .$$

6. Определение частот вращения каждого вала:

$$n_1 = n_3 = 1455 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{рем}}} = \frac{1455}{2,0} = 727,5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{ч.б}}} = \frac{727,5}{2,9} = 250,9 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{ч.м}}} = \frac{250,9}{2,6} = 95,5 \text{ мин}^{-1};$$

7. Определение угловых скоростей на каждом валу:

$$\omega_1 = \omega_3 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1455}{30} = 152,3 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 727,5}{30} = 76,1 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 250,86}{30} = 26,3 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 95,54}{30} = 10,0 \text{ с}^{-1}.$$

8. Определение вращающего момента на каждом валу:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{11,5 \cdot 10^3}{152,3} = 76 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = T_1 i_{\text{рем}} \eta_{\text{рем}} = 74 \cdot 2,0 \cdot 0,93 = 141 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = T_2 i_{\text{ч.б}} \eta_{\text{ч.б}} = 141 \cdot 2,9 \cdot 0,97 = 397 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = T_3 i_{\text{ч.м}} \eta_{\text{ч.м}} = 397 \cdot 2,6 \cdot 0,97 = 1000 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Проектировочный расчет валов

Вычисление диаметров выходных концов валов привода:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 [\tau]}},$$

где T- вращающий момент на проектируемом валу;

$[\tau] = 12 \dots 20$ МПа.

Принимаем $[\tau] = 20$ МПа.

Вал 1 - вала эл. двигателя – справочный материал.

Вал 2:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{141 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 31,7 \text{ мм},$$

назначаем $d_2 = 30$ мм.

Вал 3:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{397 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 44,5 \text{ мм},$$

назначаем $d_3 = 45$ мм.

Вал 4:

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{1000 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 60,44 \text{ мм},$$

назначаем $d_4 = 60$ мм.