

Расчёт мощности и выбор двигателя электропривода.

Исходные данные:

Группа: 3211... $n = 2400$ об/мин

Режим с длительной переменного-периодической нагрузкой

Таблица 1

| Вариант | $M_i, \text{Н}\cdot\text{м}$ | | | | | $t_i, \text{с}$ | | | | |
|---------|------------------------------|-----|-----|-----|----|-----------------|----|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 16 | 180 | 260 | 180 | 100 | 50 | 5 | 10 | 6 | 8 | 7 |

Группа: 3211... $n = 1000$ об/мин

Режим с повторно-кратковременной нагрузкой

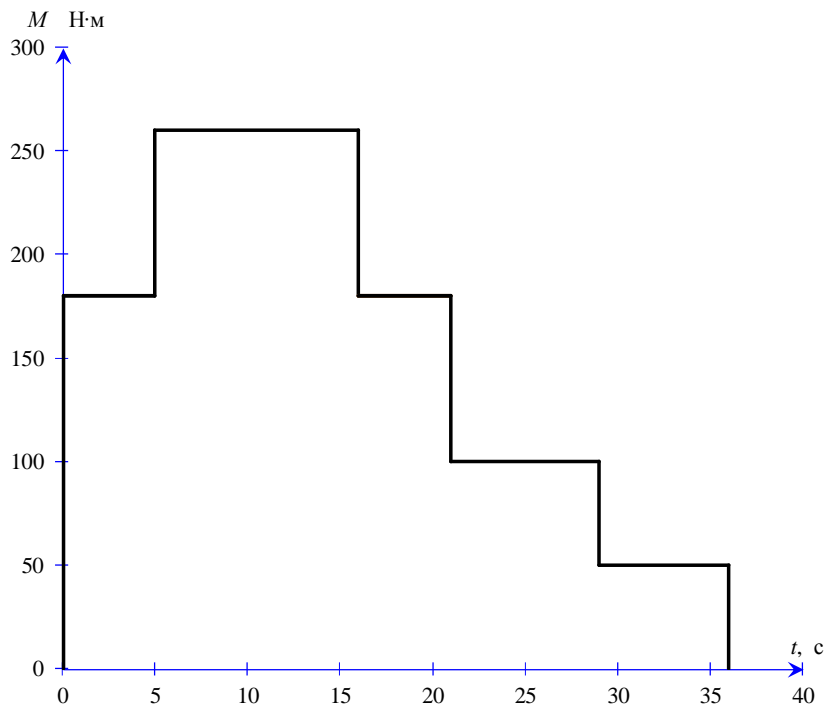
Таблица 2

| Вариант | $M_i, \text{Н}\cdot\text{м}$ | | | | | $t_i, \text{с}$ | | | | |
|---------|------------------------------|-----|-----|----|---|-----------------|----|----|---|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 16 | 370 | 210 | 160 | 70 | 0 | 20 | 10 | 18 | 6 | 140 |

Частота питающей сети $f = 50$ Гц

- I. Для заданного группового варианта и индивидуального варианта (табл. 1) начертить в масштабе нагрузочную диаграмму двигателя, рассчитать мощность, выбрать тип двигателя для режима с длительной переменного-периодической нагрузкой.**

1.1. Нагрузочная диаграмма для режима с длительной переменного-периодической нагрузкой:



1.2. Эквивалентный момент:

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2}{\sum t_i}} = \sqrt{\frac{M_1^2 \cdot t_1 + M_2^2 \cdot t_2 + M_3^2 \cdot t_3 + M_4^2 \cdot t_4 + M_5^2 \cdot t_5}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}} =$$

$$= \sqrt{\frac{180^2 \cdot 5 + 260^2 \cdot 10 + 180^2 \cdot 6 + 100^2 \cdot 8 + 50^2 \cdot 7}{5 + 10 + 6 + 8 + 7}} = \sqrt{\frac{1129900}{36}} =$$

$$= \sqrt{31386,111} = 177,2 \text{ Нм}$$

1.3. Эквивалентная мощность двигателя:

$$P_{\text{ЭКВ}} = \frac{M_{\text{ЭКВ}} \cdot n}{9550} = \frac{177,2 \cdot 2400}{9550} = 44532 \text{ Вт} = 44,532 \text{ кВт}$$

1.4. Выбираем предварительно двигатель исходя из условия:

$$P_{\text{н}} \geq P_{\text{ЭКВ}}$$

Предварительно выбранный двигатель:

| Тип | $P_{\text{н}}$, кВт | $n_{\text{н}}$, об/мин | $U_{\text{н}}$, В | $\cos \varphi_{\text{н}}$ | η | $\lambda_{\text{п}}$ | $\lambda_{\text{к}}$ | λ_1 | 2p | p |
|--------|----------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|--------|----------------------|----------------------|-------------|----|---|
| A200L2 | 45 | 2940 | 380 | 90,5 | 0,9 | 1,1 | 2,2 | 7 | 2 | 1 |

1.5. Проверка двигателя по условиям перегрузки и пуска:

По паспортным данным определяем:

$$M_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}} \cdot 9500}{n_{\text{н}}} = \frac{45 \cdot 9500}{2940} = 146 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{пуск}} = \lambda_{\text{п}} \cdot M_{\text{н}} = 1,1 \cdot 146 = 160,6 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{макс}} = M_{\text{к}} = \lambda_{\text{к}} \cdot M_{\text{н}} = 2,2 \cdot 146 = 321,2 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{наиб}} = 260 \text{ Нм} \quad - \text{наибольший момент на валу двигателя из нагрузочной диаграммы}$$

$$M_{\text{нач}} = 180 \text{ Нм} \quad - \text{начальный момент двигателя из нагрузочной диаграммы}$$

Условия перегрузки и пуска:

$$0,85 \cdot M_{\text{макс}} \geq M_{\text{наиб}}$$

$$0,85 \cdot M_{\text{пуск}} \geq M_{\text{нач}}$$

$$0,85 \cdot M_{\text{макс}} = 0,85 \cdot 321,2 = 273,02 \geq 260 = M_{\text{наиб}} \quad - \text{Условие выполняется}$$

$$0,85 \cdot M_{\text{пуск}} = 0,85 \cdot 160,6 = 136,51 < 180 = M_{\text{нач}} \quad - \text{Условие не выполняется}$$

Условия выбора двигателя не выполняются.

1.6. Окончательно выбираем двигатель исходя из условия:

$$P_H \geq P_{\text{экв}}$$

Окончательно выбранный двигатель:

| Тип | P_H , кВт | n_H , об/мин | U_H , В | $\cos \varphi_H$ | η | $\lambda_{\text{п}}$ | $\lambda_{\text{к}}$ | $\lambda_{\text{т}}$ | 2р | р |
|---------|-------------|----------------|-----------|------------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|----|---|
| AB250S6 | 45 | 970 | 380 | 91 | 0,89 | 1,1 | 1,8 | 7 | 6 | 3 |

1.7. Проверка двигателя по условиям перегрузки и пуска:

По паспортным данным определяем:

$$M_H = \frac{P_H \cdot 9500}{n_H} = \frac{45 \cdot 9500}{970} = 443 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{пуск}} = \lambda_{\text{п}} \cdot M_H = 1,1 \cdot 443 = 487,3 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{макс}} = M_{\text{к}} = \lambda_{\text{к}} \cdot M_H = 1,8 \cdot 443 = 797,4 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{наиб}} = 260 \text{ Нм} \quad - \text{наибольший момент на валу двигателя из нагрузочной диаграммы}$$

$$M_{\text{нач}} = 180 \text{ Нм} \quad - \text{начальный момент двигателя из нагрузочной диаграммы}$$

Условия перегрузки и пуска:

$$0,85 \cdot M_{\text{макс}} \geq M_{\text{наиб}}$$

$$0,85 \cdot M_{\text{пуск}} \geq M_{\text{нач}}$$

$$0,85 \cdot M_{\text{макс}} = 0,85 \cdot 797,4 = 677,79 \geq 260 = M_{\text{наиб}} \quad - \text{Условие выполняется}$$

$$0,85 \cdot M_{\text{пуск}} = 0,85 \cdot 487,3 = 414,205 \geq 180 = M_{\text{нач}} \quad - \text{Условие выполняется}$$

1.8. Номинальная мощность, потребляемая двигателем:

$$P_{1H} = \frac{P_H}{\eta_H} = \frac{45}{0,89} = 50,6 \text{ Нм}$$

1.9. Частота вращения поля статора:

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 1000 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

где: p — число пар полюсов.

1.10. Номинальное скольжение:

$$s_H = \frac{n_1 - n_H}{n_1} = \frac{1000 - 970}{1000} = 0,03 \text{ или } 3\%$$

1.11. Критическое скольжение:

$$s_{\text{кр}} = s_H \cdot \left(\lambda_{\text{к}} + \sqrt{\lambda_{\text{к}}^2 - 1} \right) = 0,03 \cdot \left(1,8 + \sqrt{1,8^2 - 1} \right) = 0,0989 \text{ или } 9,89\%$$

1.12. Частота вращения ротора определяется по формуле:

$$n = n_1 \cdot (1 - s) = 1000 \cdot (1 - s)$$

1.13. Момент на валу определяется по формуле:

$$M = \frac{2M_{\text{макс}}}{\frac{s}{s_{\text{кр}}} + \frac{s_{\text{кр}}}{s}} = \frac{2 \cdot 797,4}{\frac{s}{0,0989} + \frac{0,0989}{s}} = \frac{1594,8}{\frac{s}{0,0989} + \frac{0,0989}{s}} \text{ Нм}$$

1.14. Результаты вычислений n и M для заданного ряда значений s приведены в таблице:

| | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| s | 0 | 0,03 | 0,0692 | 0,0989 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1 |
| n , об/мин | 1000 | 970 | 930,8 | 901,1 | 800 | 600 | 400 | 200 | 0 |
| M , Нм | 0 | 443 | 749 | 797 | 634 | 372 | 256 | 194 | 156 |

График зависимости $M(s)$

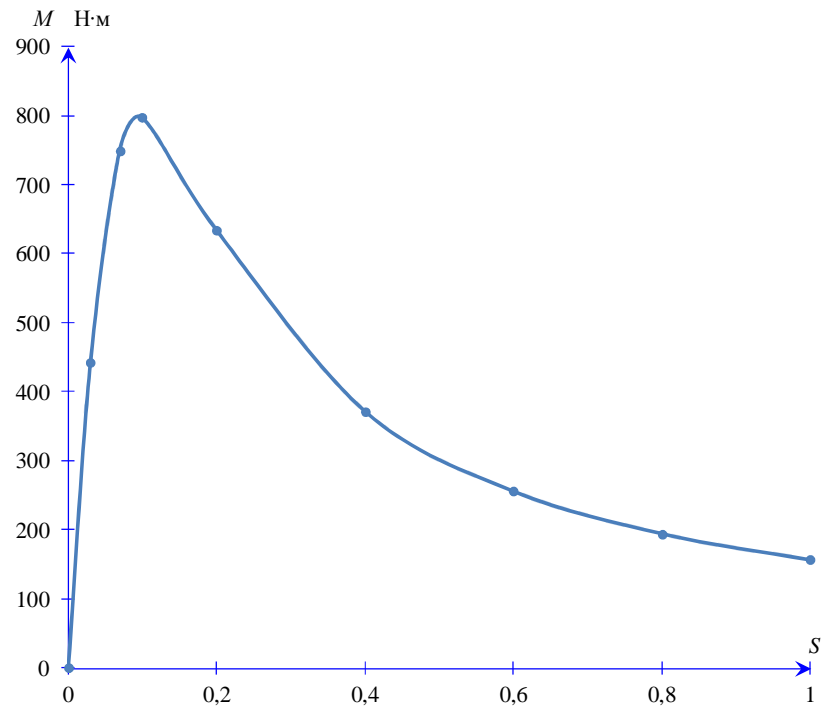
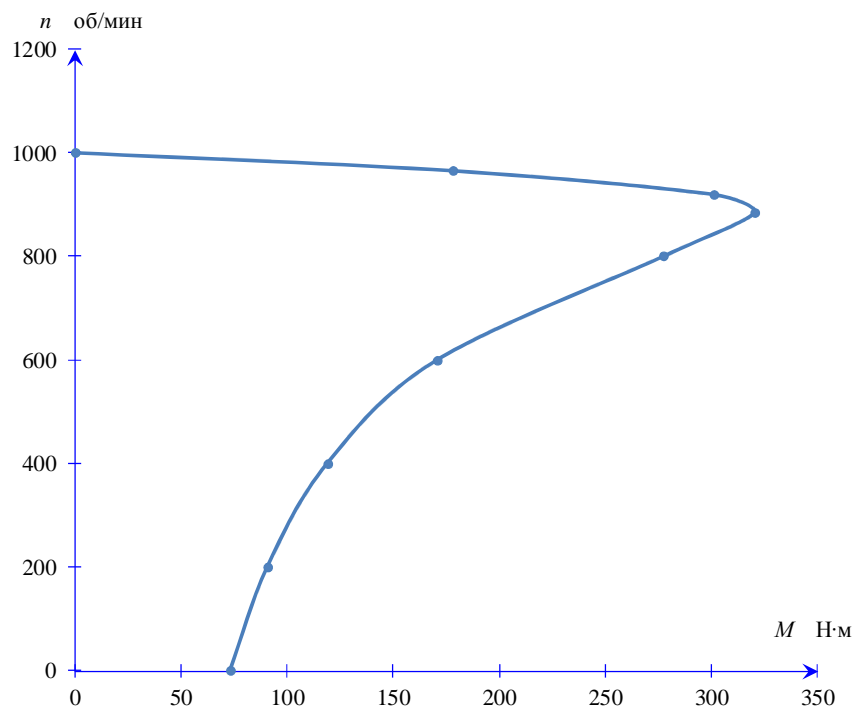
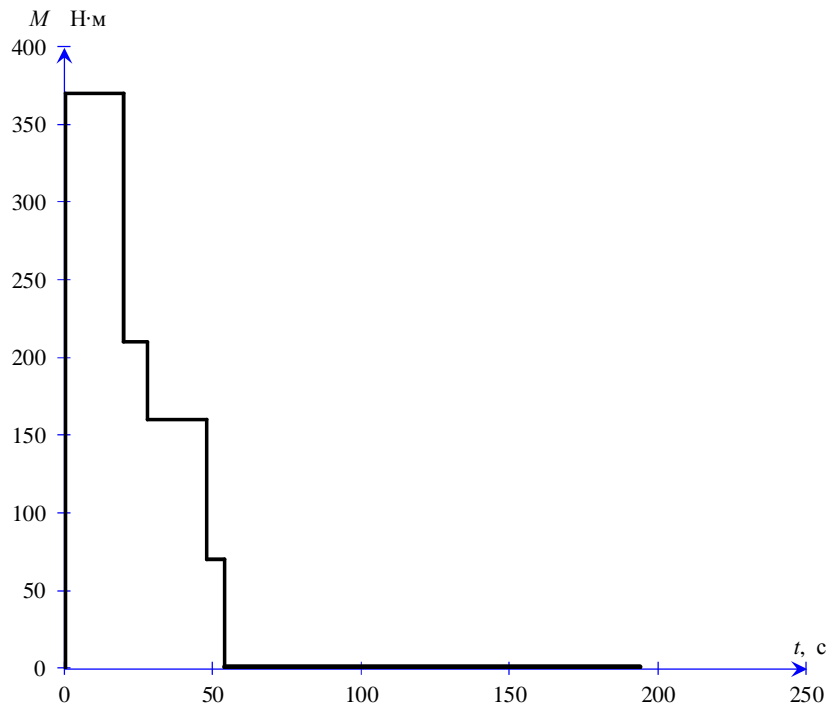


График зависимости $n(M)$



II. Для заданного группового варианта и индивидуального варианта (табл. 2) начертить в масштабе нагрузочную диаграмму двигателя рассчитать мощность, выбрать тип двигателя для повторно-кратковременного режима работы.

2.1. Нагрузочная диаграмма для режима повторно-кратковременной нагрузки:



2.2. Эквивалентный момент:

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2}{t_p + \alpha t_o}} = \sqrt{\frac{M_1^2 \cdot t_1 + M_2^2 \cdot t_2 + M_3^2 \cdot t_3 + M_4^2 \cdot t_4 + M_5^2 \cdot t_5}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \alpha t_5}} =$$

$$= \sqrt{\frac{370^2 \cdot 20 + 210^2 \cdot 10 + 160^2 \cdot 18 + 70^2 \cdot 6}{20 + 10 + 18 + 6 + 140 + 0,3 \cdot 42}} = \sqrt{\frac{3669200}{96}} =$$

$$= \sqrt{38220,833} = 195,5 \text{ Нм}$$

где: M_1, M_2, \dots, M_i — текущее значение момента на валу двигателя;

t_1, t_2, \dots, t_i — промежутки времени, соответствующие моментам;

t_p — время работы двигателя;

t_o — пауза между периодами работы;

α — коэффициент учитывающий ухудшение теплоотдачи двигателя во время паузы,

$$\alpha = 0,25 - 0,5$$

Примем: $\alpha = 0,3$

2.3. Эквивалентная мощность двигателя:

$$t_p = 20 + 10 + 18 + 6 = 54 \text{ с};$$

$$t_o = 140 \text{ с}.$$

$$\text{ПВ}\%_{\text{расч}} = \frac{t_p}{t_p + t_o} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5} = \frac{54}{140 + 54} = 0,2784 \text{ или } 27,8\%$$

$$\text{ПВ}\%_{\text{станд}} = 0,25 \text{ или } 25\%$$

$$M_{\text{станд}} = M_{\text{экв}} \sqrt{\frac{\text{ПВ}\%_{\text{расч}}}{\text{ПВ}\%_{\text{станд}}}} = 195,5 \sqrt{\frac{0,2784}{0,25}} = 206 \text{ Нм}$$

$$P_{\text{экв}} = \frac{M_{\text{станд}} \cdot n}{9550} = \frac{206 \cdot 1000}{9550} = 21571 \text{ Вт} = 21,571 \text{ кВт}$$

2.4. Выбираем предварительно двигатель исходя из условия:

$$P_{\text{н}} \geq P_{\text{экв}},$$

$$\text{ПВ}\%_{\text{станд}} = 0,25 \text{ или } 25\%$$

Предварительно выбранный двигатель:

| Тип | $P_{\text{н}}$, кВт | $n_{\text{н}}$, об/мин | $U_{\text{н}}$, В | $\cos \varphi_{\text{н}}$ | η | $\lambda_{\text{п}}$ | $\lambda_{\text{к}}$ | $\lambda_{\text{т}}$ | 2p | p | ПВ% |
|----------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|----|---|-----|
| АМУ225М8 | 22 | 750 | 380 | 0,8 | 0,76 | 3,3 | 3 | 5,5 | 8 | 4 | 25 |

2.5. Проверка двигателя по условиям перегрузки и пуска:

По паспортным данным определяем:

$$M_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}} \cdot 9550}{n_{\text{н}}} = \frac{22 \cdot 9550}{750} = 280 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{пуск}} = \lambda_{\text{п}} \cdot M_{\text{н}} = 3,3 \cdot 280 = 840 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{макс}} = M_{\text{к}} = \lambda_{\text{к}} \cdot M_{\text{н}} = 3 \cdot 280 = 924 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{наиб}} = 370 \text{ Нм} \quad \text{– наибольший момент на валу двигателя из нагрузочной диаграммы}$$

$$M_{\text{нач}} = 370 \text{ Нм} \quad \text{– начальный момент двигателя из нагрузочной диаграммы}$$

Условия перегрузки и пуска:

$$0,85 \cdot M_{\text{макс}} \geq M_{\text{наиб}}$$

$$0,85 \cdot M_{\text{пуск}} \geq M_{\text{нач}}$$

$$0,85 \cdot M_{\text{макс}} = 0,85 \cdot 924 = 714 \geq 370 = M_{\text{наиб}} \quad \text{– Условие выполняется}$$

$$0,85 \cdot M_{\text{пуск}} = 0,85 \cdot 840 = 785,4 \geq 370 = M_{\text{нач}} \quad \text{– Условие выполняется}$$

Предварительный выбор двигателя является окончательным.