

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Задание №1

1.1 Выбрать двигатель для электропривода центробежного вентилятора, создающего давление газа  $H=76 \text{ Н/м}^2$  при его расходе  $Q=15 \text{ м}^3/\text{с}$ , КПД вентилятора 0,55.

Решение. Определяем мощность, необходимую для приведения в действие вентилятора:

$$P = QH/\eta = 15 \cdot 76/0,55 = 2072 \text{ Вт.}$$

Мощность электродвигателя при продолжительном режиме выбирают из условия  $P_{\text{дв}} \geq P_{\text{мх}}$ . Используя каталог асинхронных двигателей, выбираем двигатель мощностью 2,2 кВт.

1.2. Насос, работающий в продолжительном режиме, имеет следующие паспортные данные: производительность  $Q=0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ , напор  $H=8,2 \text{ м}$ ; частота вращения  $n=950 \text{ об/мин}$ ; КПД  $\eta=0,6$  и удельная масса жидкости  $\gamma=1000 \text{ Н/м}^3$ . Выбрать электродвигатель переменного тока.

Решение. Мощность, развиваемая насосом,

$$P = \frac{\gamma QH}{\eta} = \frac{1000 \cdot 0,5 \cdot 8,2}{0,6} = 6833,3 \text{ Вт.}$$

Мощность двигателя при продолжительном режиме должна быть равна или немного больше мощности производственного механизма. В соответствии с условиями задачи выбираем двигатель марки АО2-52-6 мощностью 7,5 кВт и частотой вращения  $n=970 \text{ об/мин}$ .

1.3. Выбрать асинхронный двигатель для вентилятора, если при частоте вращения  $n=475 \text{ об/мин}$  вращающий момент  $M=10 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Номинальная частота вращения вентилятора  $n=950 \text{ об/мин}$ , а зависимость момента вентилятора от частоты вращения задана уравнением  $M_2 = M_1 (n_2/n_1)^2$ .

Решение. Определяем момент, необходимый для вращения, при номинальной частоте вращения:  $M_2 = M_1 (n_2/n_1)^2 = 10 (950/475)^2 = 40 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

Мощность двигателя

$$P = \frac{Mn}{9,55} = \frac{40 \cdot 950}{9,55} = 4000 \text{ Вт} = 4 \text{ кВт.}$$

По каталогу выбираем двигатель марки АО2-42-6 мощностью 4 кВт и частотой вращения  $n=960 \text{ об/мин}$ .

1.4. Металлообрабатывающий автомат приводится во вращение двигателем постоянного тока параллельного возбуждения. Напряжение питания двигателя  $U=220 \text{ В}$ , частота вращения  $n=3000 \text{ об/мин}$ . График изменения тока в двигателе задан в табл. 11.1.

Таблица 11.1

Ток, А	40	30	20	40	30	20
Время, с	120	180	300	120	180	300

Подобрать двигатель из серии П, который обеспечит работу автомата.

Решение. Эквивалентный ток двигателя

$$I_{\text{эк}} = \sqrt{\frac{\sum I^2 t}{\sum t}} = \sqrt{\frac{40^2 \cdot 120 + 30^2 \cdot 180 + 20^2 \cdot 300}{120 + 180 + 300}} = 28 \text{ А.}$$

Эквивалентная мощность двигателя

$$P_{\text{эк}} = UI_{\text{эк}} = 220 \cdot 28 = 6160 \text{ Вт.}$$

Для продолжительного режима мощность двигателя находим из условия  $P_{\text{дв}} \geq P_{\text{мх}}$ . По каталогу выбираем двигатель П42, имеющий мощность  $P=8 \text{ кВт}$ , напряжение  $U=220 \text{ В}$ , частоту вращения  $n=3000 \text{ об/мин}$ , КПД  $\eta=0,83$ , номинальный ток  $I_{\text{ном}}=43,5 \text{ А}$ . Номинальный ток двигателя превышает максимальное значение тока при нагрузке, что предохраняет двигатель от перегрева.

1.5. Выбрать двигатель постоянного тока для подъемного механизма, работающего в повторно-кратковременном режиме, из двигателей, работающих в продолжительном режиме, если цикл продолжается 135 с и имеет следующие рабочие отрезки времени:

- 1)  $M_1 = 500 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ,  $t_1 = 5 \text{ с}$ ;
- 2)  $M_2 = 225 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ,  $t_2 = 20 \text{ с}$ ;
- 3)  $M_3 = 150 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ,  $t_3 = 5 \text{ с}$ ;
- 4)  $M_4 = 50 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ,  $t_4 = 15 \text{ с}$ .

Необходимая частота вращения двигателя  $n = 740 \text{ об/мин}$ , напряжение  $U = 220 \text{ В}$ .

Решение. Эквивалентный момент механизма

$$M_{\text{эк}} = \sqrt{\frac{\sum M^2 t}{\sum t}} = \sqrt{\frac{500^2 \cdot 5 + 225^2 \cdot 20 + 150^2 \cdot 5 + 50^2 \cdot 15}{5 + 20 + 5 + 15}} = 231,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Эквивалентная мощность

$$P_{\text{эк}} = \frac{M_{\text{эк}} n}{9,55} = \frac{231,5 \cdot 740}{9,55} = 17,9 \text{ кВт}.$$

Продолжительность включения

$$\text{ПВ}\% = \frac{t_p}{T_n} 100\% = \frac{5 + 20 + 5 + 15}{135} 100\% = 33\%.$$

Мощность двигателя продолжительного режима при  $\text{ПВ} = 25\%$

$$P_{\text{ст эк}} = P_{\text{эк}} \sqrt{0,25} = 17,9 \cdot 0,5 = 8,95 \text{ кВт}.$$

Пересчитаем на  $\text{ПВ}_1 = 33\%$ :

$$P_{\text{дв}} = P_{\text{ст эк}} \sqrt{\text{ПВ}/\text{ПВ}_{\text{ст}}} = 8,95 \sqrt{0,33/0,25} = 10,28 \text{ кВт}.$$

По каталогу выбираем двигатель П72. Его паспортные данные:

$$P_{\text{ном}} = 11 \text{ кВт}, n = 750 \text{ об/мин}, \eta = 81\%, \lambda = 3.$$

Номинальный момент двигателя

$$M_{\text{ном}} = \frac{9,55 P_{\text{ном}}}{n} = \frac{9,55 \cdot 11 \cdot 1000}{750} = 140 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Отсюда максимальный момент  $M_{\text{мах}} = \lambda M_{\text{ном}} = 3,0 \cdot 140 \approx 420 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Противодействи-

ющий момент механизма превышает момент двигателя:

$$\Delta M = M_{\text{дв}} - M_{\text{мх}} = 420 - 500 = -80 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Двигатель не подходит по перегрузочной способности.

Выбираем двигатель П81 мощностью  $P_{\text{ном}} = 14 \text{ кВт}$ . Его паспортные данные: частота вращения  $n_{\text{ном}} = 750 \text{ об/мин}$ , КПД  $\eta = 80,5\%$ , коэффициент нагрузки  $\lambda = 3$ .

Производим проверку на перегрузочную способность:

$$M_{\text{мах}} = \lambda M_{\text{ном}} = \lambda \frac{9,55 P_{\text{ном}}}{n} = \frac{3 \cdot 9,55 \cdot 14 \cdot 1000}{750} = 534,8 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$\Delta M = M_{\text{дв}} - M_{\text{мх}} = 534,8 - 500 = 34,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Двигатель подходит по перегрузочной способности.

## Задание №2

2.1. Найти ЭДС, индуцируемую в фазе обмоток статора и ротора асинхронного короткозамкнутого двигателя при неподвижном и вращающемся роторе, коэффициент трансформации и процентное значение ЭДС от подводимого напряжения обмотки статора, если известны следующие паспортные данные двигателя: скольжение  $s=4\%$ , обмотка статора соединена в «звезду» и подключена к сети переменного тока с линейным напряжением  $U_1=380$  В, число витков в каждой фазе статора  $w_1=88$ , ротора  $w_2=12$ , магнитный поток  $\Phi=1,21 \cdot 10^{-2}$  Вб, обмоточный коэффициент статора  $K_{01}=0,92$ , ротора  $K_{02}=0,95$ , частота тока  $f=50$  Гц.

Решение. Определяем ЭДС индуцируемую в фазе обмотки статора:  $E_1=4,44f_1w_1\Phi_mK_{01}=4,44 \cdot 50 \cdot 88 \cdot 1,21 \cdot 10^{-2} \cdot 0,92=217,5$  В.

ЭДС, индуцируемая в фазе обмотки неподвижного ротора,  $E_2=4,44f_1w_2\Phi_mK_{02}=4,44 \cdot 50 \cdot 12 \cdot 1,21 \times 10^{-2} \cdot 0,95=30,6$  В.

Коэффициент трансформации представляет собой отношение ЭДС обмотки статора к ЭДС обмотки ротора:

$$n=E_1/E_2=217,5/30,6=7,1.$$

ЭДС, индуцируемая в фазе обмотки вращающегося ротора, при скольжении  $s=4\%$

$$E_{2s}=E_2s=30,6 \cdot 0,04=1,22$$
 В.

Фазное напряжение обмотки статора

$$U_\phi=U_n/\sqrt{3}=380/1,73=220$$
 В.

Отсюда ЭДС в фазе обмотки статора от подводимого напряжения

$$E_1=\frac{E_1}{U_\phi} 100\%=\frac{217,5 \cdot 100}{220}=98,8\%.$$

2.2. Асинхронный трехфазный двигатель с короткозамкнутым ротором марки А02-82-6 имеет следующие паспортные данные: напряжение  $U=220/380$  В, номинальная мощность  $P_2=40$  кВт, частота вращения  $n_2=980$  об/мин, КПД  $\eta=91,5\%$ , коэффициент мощности  $\cos\varphi=0,91$ , кратность пускового тока  $K_I=5$ , кратность пускового момента  $K_M=1,1$ , перегрузочная способность двигателя  $\lambda=1,8$ . Определить число пар полюсов, номинальное скольжение, номинальные максимальный и пусковой вращающие моменты, номинальный и пусковой токи двигателя при соединении обмотки статора в «треугольник» и «звезду». Возможен ли пуск нагруженного двигателя, если подводимое напряжение на 10% ниже номинального и пуск производится переключением обмоток статора со «звезды» на «треугольник» от сети с напряжением  $U=220$  В?

Решение. Для определения числа пар полюсов можно воспользоваться маркировкой двигателя, частотой вращения магнитного поля или ротора.

Если известна маркировка, то последнее число в марке двигателя означает количество полюсов. В данном двигателе шесть полюсов; следовательно, три пары. При известной частоте вращения магнитного поля число пар полюсов определяем по формуле  $p=60f/n_1$ .

По этой же формуле определяем число пар полюсов, если задана частота вращения ротора, но в этом случае получаемый результат округляем до ближайшего целого числа. Например, для заданных условий  $p=60f/n_2=3000/980=3,06$ ; отбросив сотые доли, получаем число пар полюсов двигателя—3.

Частота вращения магнитного поля

$$n_1=60f/p=3000/3=1000$$
 об/мин.

Номинальное значение скольжения

$$s_{\text{ном}} = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100\% = \frac{1000 - 980}{1000} = 2\%.$$

Мощность, потребляемая двигателем,

$$P_1 = P_2 / \eta = 40\,000 / 0,915 = 43\,715 \text{ Вт.}$$

Номинальный вращающий момент двигателя

$$M_{\text{ном}} = 9,55 P_2 / n_2 = 9,55 \cdot 40\,000 / 980 = 389,8 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Максимальный момент

$$M_{\text{мах}} = \lambda M_{\text{ном}} = 1,8 \cdot 389,8 = 701,6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Пусковой момент

$$M_{\text{п}} = K_M M_{\text{ном}} = 1,1 \cdot 389,8 = 428,7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Для определения фазных, линейных и пусковых токов (фазными являются токи в обмотках статора, линейными — токи в подводящих проводах) нужно учесть следующее: *если двигатель рассчитан на работу от сети переменного тока с напряжением 220/380 В, то это значит, что каждая фаза обмотки статора рассчитана на напряжение 220 В.* Обмотку необходимо включить по схеме «треугольник», если в сети линейное напряжение  $U = 220 \text{ В}$ , и по схеме «звезда», если в сети линейное напряжение  $U = 380 \text{ В}$ .

Определяем фазный, линейный и пусковой токи при линейном напряжении  $U = 220 \text{ В}$  и соединении обмотки статора по схеме «треугольник».

Фазный ток в обмотке статора

$$I_{\phi} = \frac{P_1}{3U_{\phi} \cos \varphi} = \frac{43715,8}{3 \cdot 220 \cdot 0,91} = 72,8 \text{ А.}$$

Токи:  
линейный

$$I_{\text{л}} = \sqrt{3} I_{\phi} = 1,73 \cdot 72,8 = 125,9 \text{ А;}$$

пусковой

$$I_{\text{п}} = K_I I_{\text{л}} = 5 \cdot 125,9 = 629,5 \text{ А.}$$

Найдем значения фазных, линейных и пусковых токов, если обмотки статора включены по схеме «звезда» и подключены к сети с линейным напряжением  $U = 380 \text{ В}$ .

Значение фазного тока найдем из формулы мощностей для линейных значений токов и напряжений

$$P_1 = \sqrt{3} U_{\text{л}} I_{\text{л}} \cos \varphi.$$

При соединении обмоток в «звезду» линейный ток

$$I_{\phi} = I_{\text{л}} = \frac{P_1}{\sqrt{3} U_{\text{л}} \cos \varphi} = \frac{43715,8}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,91} = 73 \text{ А,}$$

пусковой ток

$$I_{\text{п}} = K_I I_{\text{л}} = 5 \cdot 73 = 365 \text{ А.}$$

Из сопоставления фазных, линейных и пусковых токов при различных соединениях обмоток можно заметить, что фазные токи оказались практически одинаковыми, а линейные и пусковые — различными.

Для определения возможности пуска в ход двигателя, находящегося под номинальной нагрузкой и пониженным напряжением, необходимо определить пусковой вращающий момент при пониженном напряжении.

В соответствии с формулой  $M = CU^2$  вращающий момент двигателя пропорционален квадрату подводимого напряжения. При понижении напряжения на 10% вращающий момент  $M' = CU_{\text{ном}}^2 = C(0,9U_{\text{ном}})^2 = 0,81 \times M_{\text{ном}} = 0,81 \cdot 389,8 = 315,74 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Соответственно пусковой момент  $M'_{\text{п}} = K_M M' = 1,1 \cdot 315,74 = 347,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , что меньше тормозного момента на валу на 42,5 Н·м, т. е. пуск невозможен.

Для понижения пусковых токов часто пуск асинхронных двигателей осуществляют при пониженном напряжении. Двигатели, работающие при соединении обмоток статора по схеме «треугольник», пускают без нагрузки путем переключения обмоток со «звезды» на «треугольник». Определить пусковой момент двигателя при данном виде пуска.

В момент пуска обмотки находятся под напряжением  $U_{\phi} = U_{\text{л}} / \sqrt{3} = 220 / 1,73 = 127 \text{ В}$ , что составляет 57,7%  $U_{\text{ном}}$ , пусковой момент при переключении обмоток  $M_{\text{п}} = CU^2 = C(0,577U_{\text{ном}})^2 = 0,33CU_{\text{ном}}^2 = 128,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , т. е. в три раза меньше номинального значения.

2.3. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором единой серии А02-92-6 имеет следующие технические характеристики: номинальная мощность на валу  $P_{\text{ном}} = 75 \text{ кВт}$ , номинальное напряжение сети  $U_{\text{ном}} = 220/380 \text{ В}$ , номинальное скольжение

$s_{\text{ном}}=0,015$ , КПД  $\eta=92,5\%$ , коэффициент мощности при номинальной нагрузке  $\cos \varphi_{\text{ном}}=0,92$ , при холостом ходе  $\cos \varphi_x=0,2$ , кратность пускового тока  $K_I=6$ ; кратность пускового момента  $K_M=1,1$ , кратность максимального момента  $\lambda=1,8$ . Определить номинальный, максимальный и пусковой вращающие моменты, фазный, линейный и пусковой токи при номинальной нагрузке, ток холостого хода, потери энергии в роторе, общее, активное и индуктивное сопротивление фазы при номинальной нагрузке, частоту вращения ротора при максимальной нагрузке, частоту тока ротора при номинальной и максимальной нагрузках.

Решение. Определяем частоту вращения магнитного поля. Число пар полюсов двигателя указано в обозначении типа двигателя ( $p=3$ ); для единой серии А2 частота тока  $f=50$  Гц, тогда

$$n_1 = 60f/p = 60 \cdot 50/3 = 1000 \text{ об/мин.}$$

Число оборотов ротора при номинальной нагрузке и при известном скольжении

$$n_{2\text{ном}} = n_1(1-s) = 1000(1-0,015) = 985 \text{ об/мин.}$$

Вращающие моменты:  
номинальный

$$M_{\text{ном}} = 9,55 P_{\text{ном}}/n_{2\text{ном}} = 9,55 \cdot 75\,000/985 = 727 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

максимальный

$$M_{\text{max}} = \lambda M_{\text{ном}} = 1,8 \cdot 727 = 1308,8 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

пусковой

$$M_{\text{п}} = K_M M_{\text{ном}} = 1,1 \cdot 727 = 799,8 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Мощность, потребляемая двигателем из сети,

$$P_1 = P_{\text{ном}}/\eta = 75\,000/0,925 = 81\,081 \text{ Вт.}$$

Из формулы мощности  $P_1 = 3U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi$  определяем номинальный фазный ток в обмотках статора при соединении в «треугольник»:

$$I_{\phi\text{ном}} = \frac{P_1}{3U_{\phi\text{ном}} \cos \varphi_{\text{ном}}} = \frac{81\,081}{3 \cdot 220 \cdot 0,92} = 133,5 \text{ А.}$$

Линейный номинальный ток

$$I_{\text{лном}} = \sqrt{3} I_{\phi\text{ном}} = 1,73 \cdot 133,5 = 231 \text{ А.}$$

Умножая линейный ток на кратность пускового тока, получаем пусковой ток:

$$I_{\text{п}} = K_I I_{\text{лном}} = 6 \cdot 231 = 1386 \text{ А.}$$

Общие потери двигателя составляют разность между потребляемой и номинальной мощностью

$$\sum P = P_1 - P_{\text{ном}} = 81\,081 - 75\,000 = 6081 \text{ Вт.}$$

Ток холостого хода определяем из формулы мощности холостого хода

$$P_x = \sqrt{3} U_{\text{ном}} I_x \cos \varphi_x,$$

откуда

$$I_x = \frac{P_x}{\sqrt{3} U_{\text{ном}} \cos \varphi_x} = \frac{6081}{1,73 \cdot 220 \cdot 0,2} = 79,9 \text{ А.}$$

Электромагнитную мощность, т. е. мощность, передаваемую электромагнитным путем из статора в ротор, определяем как произведение вращающего момента на угловую частоту вращения магнитного поля:

$$P_{\text{эм}} = M_{\text{ном}} \omega_1 = M_{\text{ном}} \frac{2\pi n_1}{60} = \frac{M_{\text{ном}} n_1}{9,55} = \frac{727 \cdot 1000}{9,55} = 76\,125 \text{ Вт.}$$

Потери энергии в статоре

$$P_c = P_1 - P_{\text{эм}} = 81\,081 - 76\,125 = 4956 \text{ Вт.}$$

Потери энергии в роторе

$$P_p = \sum P - P_c = 6081 - 4956 = 1125 \text{ Вт.}$$

Сопротивления фазы при номинальной нагрузке: общее

$$Z_{\phi} = U_{\phi\text{ном}}/I_{\phi\text{ном}} = 220/133,5 = 1,65 \text{ Ом};$$

активное

$$R_{\phi} = Z_{\phi} \cos \varphi = 1,65 \cdot 0,92 = 1,5 \text{ Ом};$$

индуктивное

$$X_{\phi} = \sqrt{Z_{\phi}^2 - R_{\phi}^2} = \sqrt{1,65^2 - 1,5^2} = 0,68 \text{ Ом.}$$

Критическое скольжение — это скольжение, при котором двигатель развивает максимальный вращающий момент

$$s_{\text{кр}} = s_{\text{ном}} (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}) = 0,015 (1,8 + \sqrt{1,8^2 - 1}) = 0,049.$$

Частота вращения ротора при максимальной нагрузке

$$n_{2\text{кр}} = n_1(1 - s_{\text{кр}}) = 1000(1 - 0,049) = 951 \text{ об/мин.}$$

Частота тока ротора при номинальной нагрузке

$$f_{2\text{ном}} = f_1 s_{\text{ном}} = 50 \cdot 0,015 = 0,75 \text{ Гц.}$$

Частота тока ротора при максимальной нагрузке

$$f_{2\text{макс}} = f_1 s_{\text{кр}} = 50 \cdot 0,049 = 2,45 \text{ Гц.}$$

2.4. Трехфазный шестиполосный асинхронный двигатель с фазным ротором имеет следующие паспортные данные: номинальная мощность  $P_2 = 5,0$  кВт, номинальное напряжение  $U = 220/380$  В, номинальная частота вращения  $n_2 = 940$  об/мин, номинальный коэффициент мощности  $\cos \varphi = 0,68$ , номинальный КПД  $\eta = 74,5\%$ . Определить мощность  $P_1$ , подводимую к двигателю, токи двигателя при соединении обмоток статора в «треугольник» и «звезду», вращающий момент  $M_{\text{ном}}$  и скольжение  $s_{\text{ном}}$ , если частота тока в статоре  $f = 50$  Гц. Рассчитать сопротивление регулировочного реостата, включаемого в цепь ротора для снижения частоты вращения вала двигателя до  $n = 750$  об/мин, при номинальном моменте на валу и соединении обмоток в «звезду».

Решение. Мощность, подводимую к двигателю из сети, определим из формулы

$$\eta = P_{2\text{ном}}/P_1,$$

откуда

$$P_1 = P_{2\text{ном}}/\eta_{\text{ном}} = 5000/0,745 = 6711 \text{ Вт.}$$

Токи двигателя при соединении обмоток статора: в «звезду»

$$I_{\lambda} = \frac{P_1}{\sqrt{3} U_1 \cos \varphi} = \frac{6711}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,68} = 15,0 \text{ А;}$$

в «треугольник»

$$I_{\Delta} = \frac{P_1}{\sqrt{3} U_1 \cos \varphi} = \frac{6711}{1,73 \cdot 220 \cdot 0,68} = 25,9 \text{ А.}$$

Вращающий момент двигателя при номинальной нагрузке

$$M_{\text{ном}} = 9,55 P_{2\text{ном}}/n_{2\text{ном}} = 9,55 \cdot 5000/940 = 50,8 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Скольжение при номинальной нагрузке

$$s_{\text{ном}} = (n_1 - n_{2\text{ном}})/n_1 = (1000 - 940)/1000 = 0,06,$$

где

$$n_1 = 60f/p = 60 \cdot 50/3 = 1000 \text{ об/мин.}$$

Скольжение при  $n_2 = 750$  об/мин

$$s = (n_1 - n_2)/n_1 = (1000 - 750)/1000 = 0,25.$$

Для определения сопротивления регулировочного реостата воспользуемся равенством

$$(R_2 + R_p)/s = R_2/s_{\text{ном}},$$

откуда сопротивление регулировочного реостата

$$R_p = R_2 (s/s_{\text{ном}} - 1).$$

Активное сопротивление фазы ротора найдем из формулы, выражающей зависимость электрических потерь в роторе  $P_{\Sigma 2} = 3R_2 I_{2\text{ном}}^2$  от электромагнитной мощности  $P_{\Sigma 2} = M_{\text{ном}} n_1/9,55$  при номинальной нагрузке:

$$3R_2 I_{2\text{ном}}^2 = s_{\text{ном}} \frac{M_{\text{ном}} n_1}{9,55},$$

откуда

$$R_2 = s_{\text{ном}} \frac{M_{\text{ном}} n_1}{28,65 I_{2\text{ном}}^2}.$$

Активное сопротивление фазы ротора

$$R_2 = s_{\text{ном}} \frac{M_{\text{ном}} n_1}{28,65 I_{2\text{ном}}^2} = 0,06 \frac{50,8 \cdot 1000}{28,65 \cdot 152} = 0,47 \text{ Ом.}$$

Сопротивление регулировочного реостата

$$R_p = R_2 (s/s_{\text{ном}} - 1) = 0,47 (0,25/0,06 - 1) = 1,49 \text{ Ом.}$$