

11-11. Как изменятся ток холостого хода I_0 и номинальный $\cos \varphi_n$ двигателя, если увеличить воздушный зазор между ротором и статором? Указать правильный ответ.

1. I_0 не изменится. 2. I_0 уменьшится. 3. $\cos \varphi_n$ не изменится.
4. $\cos \varphi_n$ уменьшится.

Решение 10-11.

Воздушный зазор может увеличиться при ремонте двигателя из-за шлифования поверхности ротора. Если пренебречь падением напряжения в активном и индуктивном сопротивлениях для обмотки статора, можно записать $U = E = 4,44 \omega f B_{\text{ск}} l_0$. Следовательно, магнитная индукция от зазора не зависит.

Намагничивающий ток двигателя определяется с помощью закона полного тока $H_{\text{см}} l_{\text{см}} + H_0 l_0 = I_\mu W_1$, откуда

$$I_\mu = (H_{\text{см}} l_{\text{см}} + H_0 l_0) / W_1.$$

Следовательно, с увеличением воздушного зазора l_0 увеличивается намагничивающий ток двигателя I_μ .

Таким образом, ток холостого хода $I_0 = (I_\mu^2 + I_{\text{с}}^2)^{1/2}$ увеличивается. Коэффициент мощности и реактивная мощность двигателя равны

$$\cos \varphi = P/S = P/(P^2 + Q^2)^{1/2}; Q = I_\mu U$$

Из-за увеличения тока холостого хода увеличится реактивная мощность и, следовательно, уменьшится коэффициент мощности двигателя. При увеличении воздушного зазора увеличатся потоки рассеяния, что вызовет еще большее уменьшение коэффициента мощности двигателя. Ответ: 4.

11-12. Какое из соотношений не соответствует действительности?

1. $s = (n_0 - n)/n_0$. 2. $E_2 = E_{2\text{к}} s$. 3. $I_2 = I_{2\text{н}} s$. 4. $f_2 = f_1 s$.
5. $x_{2\text{с}} = x_{2\text{с}} s$.

(ответ: 3)

11-13. Какие формулы позволяют с достаточной для практики точностью определить сопротивление фазы обмотки ротора асинхронного трехфазного двигателя с контактными кольцами?

А) $r_2 = M_{\text{н}} \omega_0 / I_{2\text{н}}^2$. Б) $r_2 = M_{\text{н}} \omega_0 s_{\text{н}} / 3 I_{2\text{н}}^2$.

В) $r_2 = E_{2\text{к}} s_{\text{н}} / \sqrt{3} I_{2\text{н}}$. Г) $r_2 = E_{2\text{к}} / \sqrt{3} I_{2\text{н}}$.

Указать правильный ответ.

1. А и Г. 2. Б и В. 3. А и В. 4. Б. 5. В.

Ответ: 2

Сопротивление фазы обмотки статора составляет 1,2 приведенного сопротивления фазы обмотки ротора.

Сопротивление фазы обмотки ротора

$$R_2 = \frac{E_{2\text{к}} s_{\text{н}}}{\sqrt{3} I_{2\text{н}}} = \frac{207 \cdot (1500 - 1420)}{1,73 \cdot 32 \cdot 1500} \approx 0,02 \text{ ом.}$$

$$P_{\text{с2}} = 3 I_{2\text{ном}}^2 R_2 = 3 \cdot 15^2 \cdot 0,015 = 1012 \text{ Вт.}$$

11-14. В каком из выражений допущена ошибка?

1. $r_2 = E_{2K} s_H / \sqrt{3} I_{2H}$. 2. $r_D = r_2 (s_{K.H} / s_K - 1)$.

3. $M_{эм} = 3 I_2^2 r_2 / \omega s$. 4. $M = C I_2 \Phi \cos(\hat{I}_2, \hat{E}_2)$. 5. $M = CU^2$.

Ответ: 3

11-15. Объяснение какого из параметров схемы замещения (рис. 11-15) асинхронного двигателя неправильно?

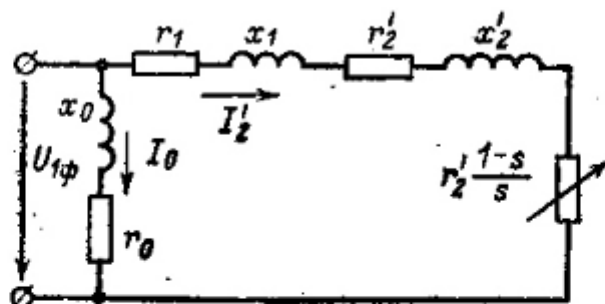


Рис. 11-15.

1. r_1 — активное сопротивление фазы обмотки статора.

2. x_2 — индуктивное сопротивление фазы обмотки ротора, приведенное по числу витков к обмотке статора.

3. $r_2'(1-s)/s$ эквивалентное сопротивление, потери мощности в котором равны механической мощности, развиваемой двигателем.

4. x_0 — индуктивное сопротивление фазы обмотки статора, обусловленное потоками рассеивания.

5. r_0 — сопротивление, потери мощности в котором равны мощности, теряемой в сердечнике статора.

Ответ: 4, потому что x_0 является параметром контура намагничивания

11-16. В каком из выражений допущена ошибка?

1. $M = 2M_K \left/ \left(\frac{s_K}{s} + \frac{s}{s_K} \right) \right.$. 2. $s_H = (n_0 - n_H) / n_0$. 3. $s_K = r_2' / x_K$.

4. $s_K = s_H (\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - 1})$. 5. $M = CU_{1\phi}$.

Ответ: 3

11-17. В каком из указанных значений параметров, характерных для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором общего назначения, допущена ошибка (рис. 11-17).

1. $s_H = 2 \div 8\%$. 2. $M_H = 1,1 \div 1,8 M_H$. 3. $M_K = 1,6 \div 2,4 M$.
4. $I_0 = 10 \div 15\%$. 5. $I_{2H} = 5 \div 7 I_{2H}$.

Ответ: 4, потому что $I_0 = 25-50$

11-18. Во сколько раз уменьшается начальный пусковой фазный и линейный токи обмотки статора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, а также пусковой момент, если при пуске обмотку статора соединить звездой вместо треугольника? Указать неправильный ответ.

1. Фазный ток в $\sqrt{3}$ раза. 2. Линейный ток в $\sqrt{3}$ раза. 3. Пусковой момент в 3 раза.

Пуск переключением со звезды на треугольник (рис. 2.50) применяется в том случае, если данному напряжению сети соответствует схема соединения обмотки статора треугольник. Тогда, если при пуске этого двигателя обмотку статора пересоединить в звезду и включить ее в ту же сеть, напряжение на фазу снизится в $\sqrt{3}$ раз. Начальный пусковой ток в этом случае будет равен:

$$I_{пY} = \frac{U_{1H}}{\sqrt{3} z_k},$$

Т.о, применение переключения со звезды на треугольник снижает начальный пусковой ток в 3 раза

При этом начальный пусковой момент снижается пропорционально квадрату отношения фазных напряжений, т.е. также в 3 раза.

Эти изменения при $z_k = const$. В действительности с ростом тока из-за насыщения стали зубцов от потоков рассеяния индуктивные сопротивления рассеяния статора и ротора уменьшаются и $z_k \neq const$. => изменение I при снижении U будет происходить сильнее.

P.S.:

При соединении в звезду линейные токи I и фазные токи I_ϕ равны, а между фазными и линейными напряжениями существует соотношение $U = \sqrt{3} \times U_\phi$, откуда $U_\phi = U / \sqrt{3}$.

При соединении в треугольник линейные U и фазные U_ϕ напряжения равны, а между фазными и линейными токами существует соотношение $I = \sqrt{3} \times I_\phi$, откуда $I_\phi = I / \sqrt{3}$.

Ответ: 2

11-19. Как изменяется магнитный поток Φ , ток ротора I_2 , ток холостого хода I_0 и частота вращения ротора n , если уменьшить напряжение на обмотке статора на 5—10%, при номинальном моменте нагрузки на валу двигателя? Указать неправильный ответ.

1. Φ уменьшится. 2. I_2 уменьшится. 3. I_0 уменьшится. 4. n уменьшится.

Ответ: 2,

В асинхронной машине, так же как и в трансформаторе $\Phi \propto U_1$. По этому при уменьшении напряжения на обмотке статора магнитный поток машины так же уменьшится т.к.

$$\Phi_m = \frac{E_1}{4,44 \cdot W_1 \cdot k_{o1} \cdot f},$$

где W_1 — число последовательно соединенных витков обмотки статора;

k_{o1} — обмоточный коэффициент обмотки статора;

Φ_m — наибольшее значение основного магнитного потока, пронизывающего контур обмотки статора;

f — частота питающей сети.

Ток I_0 создает основной магнитный поток машины. По этому он, так же как и Φ_m уменьшится при уменьшении напряжения на обмотке статора.

Вращающий магнитный момент асинхронной машины пропорционален квадрату напряжения питающей сети, однако, по условию задачи момент нагрузки на валу двигателя остается неизменным. По этому равновесие моментов возможно только при уменьшении частоты вращения двигателя (увеличении скольжения s).

Ток в обмотке ротора асинхронной машины определяется следующим выражением

$$I_2 = \frac{M}{c_m \Phi_m \cos \gamma_2},$$

где c_m — конструктивный коэффициент;

γ_2 — угол между фазами тока и напряжения в обмотке ротора.

Числитель данного выражения при уменьшении напряжения сети остается неизменным, так как по условию задачи $M_{нагр} = \text{const}$. Знаменатель уменьшится, так как уменьшится Φ_m и $\cos \gamma_2$ ($\cos \gamma_2$ уменьшится из-за увеличения скольжения и как следствие частоты в роторе: $f_2 = s f_1$).

Таким образом, при уменьшении напряжения на обмотке статора асинхронного двигателя ток I_2 будет увеличиваться.

11-20. На сколько процентов уменьшатся начальный пусковой и максимальный моменты, и ток ротора при $s=1$, а также критическое скольжение, если напряжение на обмотке статора двигателя уменьшится на 20% по сравнению с номинальным? Указать неправильный ответ.

1. M_n на 36%. 2. M_k на 36%. 3. $I_{2п}$ на 36%. 4. s_k не изменится.

$$M = 3U_{1ф}^2 \cdot r_2' / \omega_0 s [(r_1 + r_2'/s)^2 + (x_1 + x_2')^2].$$

В начальный момент пуска $n=0$, $s=1$.

Поскольку все входящие в выражение момента величины, кроме $U_{1ф}$, остаются неизменными, можно записать выражение пускового момента в виде $M_n = c U_{1ф}^2$.

При номинальном напряжении $M_{n,ном} = c U^2$, при пониженном напряжении $M_n' = c (0,8 U_{1ф,ном})^2$.

Из отношения $M_{n,ном}$ и M_n' получим $M_n' = M_{n,ном} 0,8^2 = 0,64 M_{n,ном}$. Следовательно, пусковой момент уменьшится на 36 %.

Максимальный (критический) момент двигателя равен

$$M_{max} = 3U_{1\Phi}^2 / 2\omega_0 \left[r_1 \pm \sqrt{r_1^2 + x_k^2} \right].$$

При номинальном напряжении $M_{max\text{ ном}} = c U_{1\Phi, \text{ ном}}^2$

При пониженном напряжении $M'_{max} = c (0,8 U_{1\Phi, \text{ ном}})^2$.

Из отношения $M_{max\text{ ном}}$ к $M'_{max\text{ ном}}$ получим $M'_{max} = 0,64 M_{max\text{ ном}}$.
Следовательно, максимальный момент уменьшится на 36 %.

Критическое скольжение $s_{кр} = r'_2 / \sqrt{r_1^2 + x_k^2}$ от напряжения не зависит.

Ток в обмотке ротора равен

$$I'_2 = U_{1\Phi} / \sqrt{(r_1 + r'_2/s)^2 + (x_1 + x'_2)^2}.$$

В начальный момент пуска $n=0, s=1$.

Пусковой ток при номинальном напряжении $I_{2п, \text{ ном}} = c U_{1\Phi, \text{ ном}}$.

При пониженном напряжении $I'_{2п 0,8} = c 0,8 U_{1\Phi, \text{ ном}}$.

Из отношения $I_{2п, \text{ ном}}$ к $I'_{2п}$ получим $I'_{2п} = 0,8 I_{2п, \text{ ном}}$.

Пусковой ток уменьшится на 20 %.

Ответ: 3

11-31. Как изменятся ток холостого хода и ток обмотки ротора двигателя, если уменьшить напряжение на обмотке статора, а момент нагрузки при этом сохранить неизменным? Указать правильный ответ.

1. I_0 не изменится. 2. I_0 увеличится. 3. I_2 не изменится. **4. I_2 увеличится.**

Решение:

В асинхронной машине, так же как и в трансформаторе $\mathcal{E}_1 \propto \Phi$. По этому при уменьшении напряжения на обмотке статора магнитный поток машины так же уменьшится т.к.

$$\Phi_m = \frac{E_1}{4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot k_{o1}},$$

где W_1 – число последовательно соединенных витков обмотки статора;

k_{o1} – обмоточный коэффициент обмотки статора;

Φ_m – наибольшее значение основного магнитного потока, пронизывающего контур обмотки статора;

f – частота питающей сети.

Ток I_0 создает основной магнитный поток машины. По этому он, так же как и Φ_m уменьшится при уменьшении напряжения на обмотке статора.

Вращающий магнитный момент асинхронной машины пропорционален квадрату напряжения питающей сети, однако, по условию задачи момент нагрузки на валу двигателя остается неизменным. По этому равновесие моментов возможно только при уменьшении частоты вращения двигателя (увеличении скольжения s).

Ток в обмотке ротора асинхронной машины определяется следующим выражением

$$I_2 = \frac{M}{c_m \Phi_m \cos \gamma_2},$$

где c_m – конструктивный коэффициент;

γ_2 – угол между фазами тока и напряжения в обмотке ротора.

Числитель данного выражения при уменьшении напряжения сети остается неизменным, так как по условию задачи $M_{нагр} = \text{const}$. Знаменатель уменьшится, так как уменьшится Φ_m и $\cos \gamma_2$ ($\cos \gamma_2$ уменьшится из-за увеличения скольжения и как следствие частоты в роторе: $f_2 = s f_1$).

Таким образом, при уменьшении напряжения на обмотке статора асинхронного двигателя ток I_2 будет увеличиваться.

11-32. Определить коэффициент мощности ($\cos \varphi_H$) двигателя, имеющего следующие данные: $P_H = 40$ кВт; $U_H = 380/220$ В, $I_H = 78/135$ А, $\eta_H = 0,89$ при номинальной нагрузке. Указать правильный ответ.

1. 0,775. **2. 0,88.** 3. 0,5. 4. 0,79.

11-33. Что называется номинальной мощностью двигателя? С какой перегрузкой может работать двигатель? К каким последствиям может привести работа двигателя с пониженным или повышенным напряжением? Указать не исчерпывающий ответ.

1. Номинальной мощностью называется мощность, которую двигатель может развивать длительно на валу при номинальном напряжении, нагреваясь при этом до допустимой температуры.
- 2. Двигатель можно перегружать до момента не более M_K .**
3. Двигатель можно перегружать до момента M_K , если он до этого имел температуру ниже допустимой. Длительность перегрузки должна быть такой, при которой температура двигателя не превысит допустимую.
4. Работа двигателя при номинальном моменте на валу с пониженным или повышенным напряжением более чем на 10% может привести к перегреву и выходу двигателя из строя.

11-34. Определить сопротивление, которое надо включить в цепь ротора асинхронного двигателя с контактными кольцами, чтобы он при номинальном моменте на валу вращался с частотой $n = 0,4n_0$. Сопротивление

фазы обмотки ротора $r_2=0,04$ Ом, номинальная скорость $0,95 n_0$. Указать правильный ответ.

1. 1,08 Ом. **2. 0,44 Ом.** 3. 0,32 Ом. 4. 1,15 Ом.

Решение:

Сопротивление регулировочного реостата для асинхронного двигателя с фазным ротором

$$R_p = r_2 \times \frac{s}{s_{ном}} - 1 \frac{\ddot{o}}{\ddot{o}} = 0,04 \times \frac{0,6}{0,05} - 1 \frac{\ddot{o}}{\ddot{o}} = 0,44 \text{ Ом,}$$

где $s_{ном} = \frac{n_0 - 0,95n_0}{n_0} = 0,05$ – номинальное скольжение;

$$s = \frac{n_0 - 0,4n_0}{n_0} = 0,6 \text{ – скольжение при } n = 0,4n_0.$$

11-35. Какая из схем (рис. 11-35) включения асинхронного двигателя дает возможность уменьшить пусковой ток и одновременно увеличить пусковой момент?

Ответ: 2

1. уменьшение r_d из цепи статора не приведет к нужному результату
3. переключение обмоток со звезды на треугольник не приведет к нужному результату

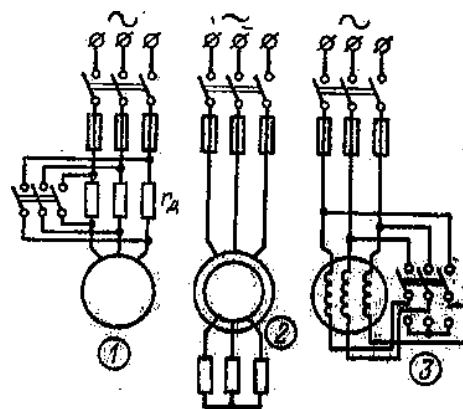


Рис. 11-35.

11-38. Какой из параметров не зависит от сопротивления резистора, включенного в цепь ротора?

1. S_K . 2. $I_{2п}$. 3. $I_{1п}$. **4. M_K .** 5. M_{II} .

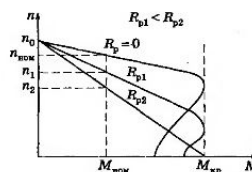


Рис. 1. Механические характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором при различных сопротивлениях резисторов, включенных в цепь ротора

11-40. В каком соотношении находятся токи ротора при работе двигателя в точках 1—4 механических характеристик, изображенных на рис. 11-40. Указать неправильный ответ.

1. $I_1 = I_2$. 2. $I_4 = I_3$. 3. $I_3 > I_1$. **4. $I_3 = I_2$.**

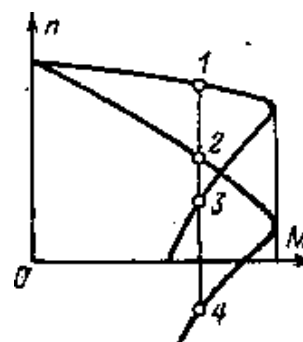
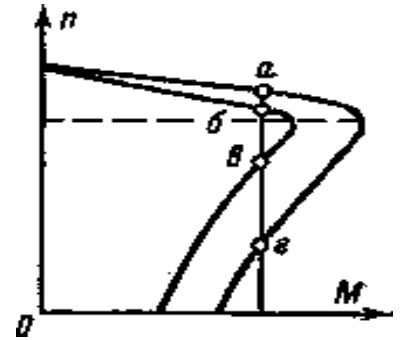


Рис. 11-40.

11-41. В каком соотношении находятся токи обмотки ротора при работе двигателя в точках *а*, *б*, *в*, *г* механических характеристик, изображенных на рисунке. Указать неправильный ответ.

1. $I_a > I_б$. 2. $I_r > I_a$. 3. $I_v > I_б$.



11-45. Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя изображена на рис. 11-45 (кривая *а*). Какую характеристику будет иметь двигатель, если напряжение на обмотке статора двигателя будет меньше номинального? Указать правильный ответ.

1. *б*. 2. *в*. 3. *г*.

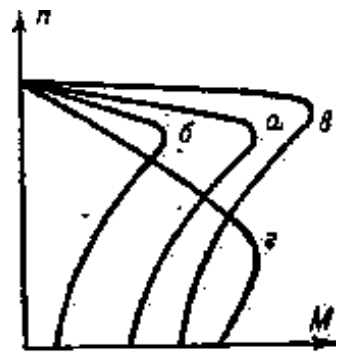


Рис. 11-45.

11-47. Определить частоту вращения двигателя при номинальном моменте на его валу, если в цепь каждой фазы обмотки ротора включено сопротивление $r_d = 0,4 \text{ Ом}$. Сопротивление фазы обмотки ротора $r_2 = 0,08 \text{ Ом}$; $n_n = 950 \text{ об/мин}$. Указать правильный ответ.

1. 700 об/мин. 2. 750 об/мин. 3. 600 об/мин. 4. 720 об/мин.

11-48. Определить сопротивление резистора, включенного в цепь каждой фазы обмотки ротора асинхронного двигателя, при котором он имеет характеристику *a* (рис. 11-48). Сопротивление фазы обмотки ротора $r_2 = 0,15 \text{ Ом}$, естественная характеристика (б) двигателя изображена на рис. 11-48. Указать правильный ответ.

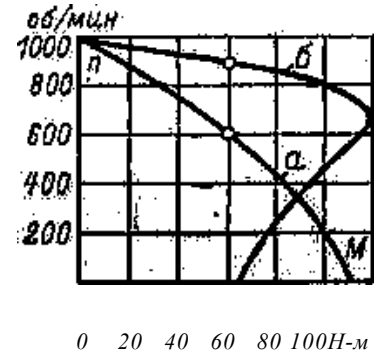


Рис. 11-48.

1. 0,3 Ом. **2. 0,45 Ом.** 3. 0,15 Ом.
4. Не хватает условий.

Решение:

Решение 10-48. Из отношения $s_{кр}/s_{кр,н} = s/s_n = r_2/(r_2 + r_d)$ определяем r_d : $r_d = (s_n/s - 1)r_2$.

Например, при $M=60 \text{ Н·м}$ (см. рис. 10.48) $s = (1000 - 900)/1000 = 0,1$; $s_n = (1000 - 600)/1000 = 0,4$, откуда $r_d = (0,4/0,1 - 1)0,15 = 0,45 \text{ Ом}$.

11-49. Как изменятся частота вращения, ток обмотки статора и допустима ли работа двигателя, если во время работы с моментом, равным половине номинального, сгорит плавкая вставка одного из трех предохранителей в цепи статора? Указать неправильный ответ.

1. Двигатель остановится.
2. Частота вращения несколько уменьшится.
3. Ток в обмотке статора возрастет.
4. Работа двигателя недопустима, он перегреется, его необходимо отключить.

11-54. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором находится в неподвижном состоянии потребляет из сети 15 кВт. Определить электромагнитная мощность $P_{эм}$, потери в обмотке ротора ΔP_2 и электромагнитный момент $M_{эм}$, если в обмотке и сердечнике статора потери равны 6 кВт. Потерями в сердечнике ротора пренебречь. Частота вращения магнитного потока двигателя $n_0 = 1000 \text{ об/мин}$. Указать неправильный ответ.

1. $\Delta P_2 = 9 \text{ кВт}$. 2. $P_{эм} = 9 \text{ кВт}$. **3. $M_{эм} = 61 \text{ Н·м}$**

Решение:

Электрическая энергия, подводимая к статору, частью теряется в статоре на потери в проводниках обмотки статора и на потери от гистерезиса и вихревых токов в стали двигателя. Остальная мощность $P_{эм}$ передается на ротор электромагнитным путем. Из сказанного следует

$$P_{эм} = P_1 - \Delta P_1 = 15 - 6 = 9 \text{ кВт}.$$

Мощность, переданная на ротор, частью теряется в нем на потери в проводниках обмотки ΔP_2 . Остальная часть мощности преобразуется в механическую мощность двигателя $P_{мех}$. Таким образом, $P_{мех} = P_{эм} - \Delta P_2$.

Так как по условию двигатель находится в неподвижном состоянии то $P_{мех} = 0$, следовательно $\Delta P_2 = P_{эм} = 9 \text{ кВт}$.

Определим электромагнитный момент двигателя

$$M_{эм} = \frac{P_{эм} \cdot 60}{2\pi \cdot n_0} = \frac{9000 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 1000} = 86 \text{ Н·м}.$$

11-55. Асинхронный двигатель с контактными кольцами и включенный в цепь ротора сопротивлением вращается с частотой 750 об/мин и потребляет из сети 55 кВт. Определить электромагнитную мощность $P_{\text{эм}}$, мощность P_2 , развиваемую двигателем на валу, потери в цепи ротора (в обмотке и реостате) и ΔP_2 и момент M , развиваемый двигателем, если потери в обмотке и сердечнике статора равны 5 кВт. Потери в сердечнике ротора и механическими пренебречь. Частота вращения магнитного потока двигателя $n_0=1500$ об/мин. Указать неправильный ответ.

1. $P_{\text{эм}}=50$ кВт 2. $P_2=25$ кВт 3. $\Delta P_2=25$ кВт 4. $M_{\text{эм}}=663 \text{ Н*м}$

Решение 10-55. Электромагнитная мощность двигателя равна

$$P_{\text{эм}} = P_1 - \Delta P = 55 - 5 = 50 \text{ кВт.}$$

Электромагнитный момент, развиваемый двигателем, равен

$$M = M_{\text{эм}} = P_{\text{эм}} / \omega_0 = P_{\text{эм}} \cdot 30 / \pi n_0 = 50 \cdot 10^3 \cdot 30 / 3,14 \cdot 1500 = 318 \text{ Н*м.}$$

Мощность, развиваемая двигателем на валу, равна

$$P_2 = P_{\text{эм}} (1 - s) = M_{\text{эм}} \omega = 50 (1 - 0,5) = \frac{318 \cdot 3,14 \cdot 740}{30} 10^{-3} = 25 \text{ кВт,}$$

где $s = (n_0 - n) / n_0 = (1500 - 750) / 1500 = 0,5$.

Потери в цепи ротора

$$\Delta P_2 = P_{\text{эм}} s = 50 \cdot 0,5 = 25 \text{ кВт,}$$

11-62. На рис. 11-62, а, б изображены механические характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутой обмоткой ротора при частотном регулировании частоты вращения.

В каком соотношении находятся параметры двигателя? Указать неправильный ответ.

1. $f_1 > f_2 > f_3$

Для характеристик а: 2. $S_{K1} < S_{K2} < S_{K3}$. 3. $U_1 / f_1 = U_2 / f_2 = U_3 / f_3$.

Для характеристик б: 4. $U_1 / f_1 = U_2 / f_2 = U_3 / f_3$ 5. $S_{K1} < S_{K2} < S_{K3}$

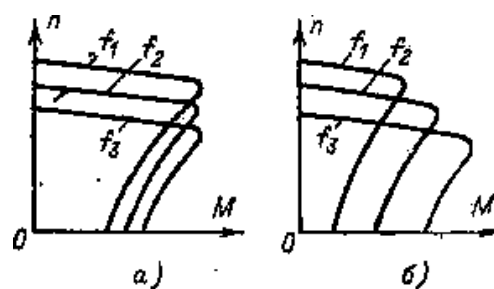


Рис. 11-62.

10-49. Как изменяется частота вращения, ток обмотки статора и допустима ли работа двигателя, если во время работы с моментом, равным половине номинального сгорит плавкая вставка одного из трех предохранителей в цепи статора? Указать неправильный ответ.

1. Двигатель остановится.

2. Частота вращения несколько уменьшится.

3. Ток в обмотке статора возрастет.

4. Работа двигателя недопустима, он перегреется, его необходимо отключить.

Решение: При обрыве обмотки статора в нем не будет создаваться вращающееся магнитное поле, а при обрыве в двух фазах ротора в обмотке последнего не будет тока, взаимодействующего с вращающимся полем статора, и двигатель не сможет работать. Если обрыв обмотки произошел во время работы двигателя, он может продолжать работать с номинальным вращающим моментом, но скорость вращения сильно понизится, а сила тока настолько увеличится, что при отсутствии максимальной защиты может перегореть обмотка статора или ротора.

10-50. Какой из перечисленных способов регулирования частоты вращения асинхронных двигателей наиболее неэкономичен?

1. Изменением частоты тока статора.

2. Изменением числа пар полюсов.

3. Введением в цепь ротора дополнительного сопротивления.

Решение: 3 метод требует большого количества контактной аппаратуры, а применение активных сопротивлений увеличивает потери в роторе.

10-80. Определить угол сдвига по фазе ψ напряжения U_2 относительно U_1 фазорегулятора (четырёхполюсного трёхфазного асинхронного двигателя с заторможенным ротором) рис. 10.80 для трех положений ротора относительно статора: 1) $\theta=0$; 2) $\theta=90^\circ$; 3) $\theta=135^\circ$. Указать правильный ответ.

1. $\psi=45^\circ$. 2. $\psi=180^\circ$. 3. $\psi=67,5^\circ$.

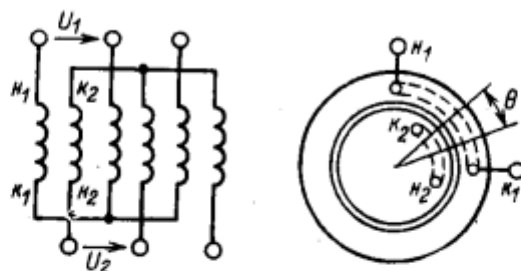


Рис. 10.80

10-81. Определить напряжение U_2 поворотного автотрансформатора (двухполюсный трёхфазный асинхронный двигатель с заторможенным ротором) для трех положений ротора относительно статора: 1) $\theta=0$;

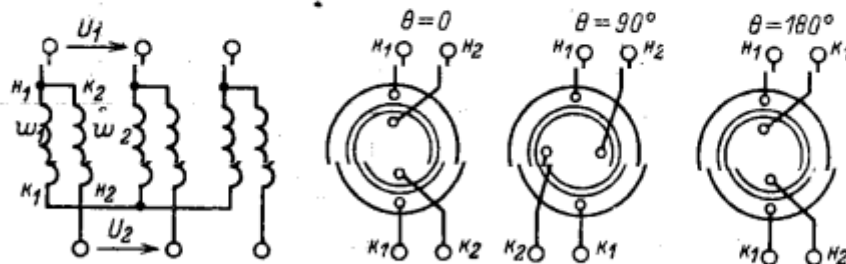


Рис. 10.81

2) $\theta=90^\circ$; 3) $\theta=180^\circ$ (рис. 10.81). Число витков фазы обмотки статора $w_1=400$, ротора $w_2=300$, обмоточные коэффициенты $k_{o61}=k_{o62}$, напряжение сети $U_1=380$ В. Падением напряжения в обмотках от тока холостого хода пренебречь. Указать неправильный ответ.

1. $U_2=95$ В. 2. $U_2=415$ В. 3. $U_2=665$ В.

10-62. На рис. 10.62, а, б изображены механические характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутой обмоткой ротора при частотном регулировании частоты вращения.

В каком соотношении находятся параметры двигателя? Указать неправильный ответ.

Для характеристик а: 1. $f_1 > f_2 > f_3$. 2. $s_{кр1} < s_{кр2} < s_{кр3}$.

3. $\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_2}{f_2} = \frac{U_3}{f_3}$.

Для характеристик б: 4. $\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_2}{f_2} = \frac{U_3}{f_3}$. 5. $s_{кр1} < s_{кр2} < s_{кр3}$.

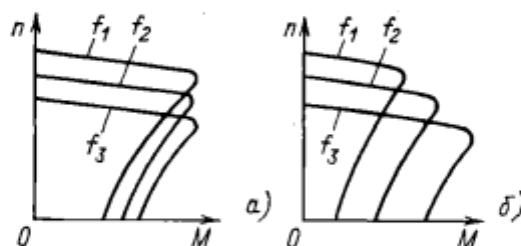


Рис. 10.62

Решение: для характеристики б) справедливо выражение:

$$\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = \frac{U_2}{\sqrt{f_2}} = \frac{U_3}{\sqrt{f_3}}$$

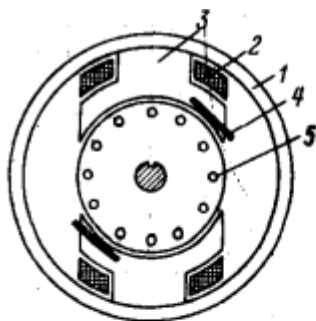


Рис. 10.82

10-82. Какой хотя бы один из материалов для какой из частей однофазного асинхронного двигателя (рис. 10.82) не может применяться?

1. Статор 1 — сталь, алюминий.

2. Обмотки 2 — медь, алюминий.

3. Полус 3 — сталь.

4. Короткозамкнутый виток 4 — медь.

5. Обмотка ротора 5 — медь, алюминий, сталь, латунь.

Решение: Корпус электродвигателей изготовлен из высококачественного алюминиевого сплава или чугуна.

11-31. Как изменятся ток холостого хода и ток обмотки ротора двигателя, если уменьшить напряжение на обмотке статора, а момент нагрузки при этом сохранить неизменным? Указать правильный ответ.

1. I_0 не изменится. 2. I_0 увеличится. 3. I_2 не изменится. 4. I_2 увеличится.

Ответ: 4

Решение: Предположим, что напряжение, подводимое к обмотке статора двигателя, работающего с постоянным моментом сопротивления, уменьшилось. Вследствие уменьшения напряжения уменьшаются ЭДС двигателя и магнитный поток. Вращающий момент двигателя, пропорциональный квадрату напряжения, окажется при прежнем скольжении меньше, чем момент сопротивления, и скольжение двигателя увеличится до такого значения, при котором вновь наступит равенство между указанными моментами.

Увеличение скольжения вызовет возрастание тока ротора

11-32. Определить коэффициент мощности ($\cos \varphi_n$) двигателя, имеющего следующие данные: $P_n=40$ кВт; $U_n=380/220$ В, $I_n=78/135$ А, $\eta_n=0,89$ при номинальной нагрузке. Указать правильный ответ.

1. 0,775. 2. 0,88. 3. 0,5. 4. 0,79.

Ответ: 2

Решение: $\cos \varphi = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \eta_n} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 135 \cdot 0,89} = 0,874$

11-33. Что называется номинальной мощностью двигателя? С какой перегрузкой может работать двигатель? К каким послед-

ствиям может привести работа двигателя с пониженным или повышенным напряжением? Указать не исчерпывающий ответ.

1. Номинальной мощностью называется мощность, которую двигатель может развивать длительно на валу при номинальном напряжении, нагреваясь при этом до допустимой температуры.

2. Двигатель можно перегружать до момента не более M_k .

3. Двигатель можно перегружать до момента M_k , если он до этого имел температуру ниже допустимой. Длительность перегрузки должна быть такой, при которой температура двигателя не превысит допустимую.

4. Работа двигателя при номинальном моменте на валу с пониженным или повышенным напряжением более чем на 10% может привести к перегреву и выходу двигателя из строя.

Ответ: 2

Решение: При достаточно большой длительности и неоднократной повторности перегрузки создается опасный нагрев электродвигателя

11-34. Определить сопротивление, которое надо включить в цепь ротора асинхронного двигателя с контактными кольцами, чтобы он при номинальном моменте на валу вращался с частотой $n=0,4n_0$.

Сопротивление фазы обмотки ротора $r_2=0,04$ Ом, номинальная скорость $0,95n_0$. Указать правильный ответ.

1. 1,08 Ом. 2. 0,44 Ом. 3. 0,32 Ом. 4. 1,15 Ом.

Ответ: 2

11-35. Какая из схем (рис. 11-35) включения асинхронного двигателя дает возможность уменьшить пусковой ток и одновременно увеличить пусковой момент?

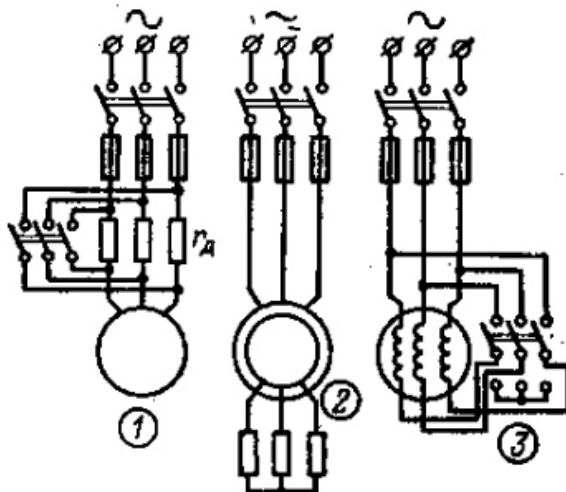


Рис. 11-35.

Ответ: 2

Решение: Введение в цепь ротора машины регулируемых резисторов, именуемых пусковыми, не только лишь понижает исходный пусковой ток, но сразу наращивает исходный пусковой момент, который может добиться наибольшего момента M_{\max}

11-36. Принцип действия асинхронного трехфазного двигателя основан на взаимодействии проводников с током ротора с вращающимся магнитным полем, образованным током обмотки статора. Определить ток в стержнях короткозамкнутой обмотки ротора при номинальной нагрузке на валу двигателя, имеющего $P_n=20$ кВт, $n_n=960$ об/мин. Обмотка ротора имеет 24 паза и соответственно 24 стержня, диаметр ротора $D_p=200$ мм, длина ротора $l_p=160$ мм, среднее значение магнитной индукции в воздушном зазоре $B_{cp}=1,2$ Т. Допустить, что косинус угла между током ротора и э. д. с. равен 0,9, потерями на трение пренебречь. Указать правильный ответ.

1. 44,2 А. 2. 864 А. 3. 217 А. 4. 482 А.

Ответ: 4

11-37. Определить э. д. с. E_2 , возникающую в обмотке ротора при работе двигателя, в точках 1—4 механических характеристик,

изображенных на рис. 11-37, если при неподвижном роторе э. д. с. $E_2 = E_{2к} = 200$ В.

Допустить согласно упрощенной схеме замещения, что магнитный поток не зависит от тока ротора и остается постоянным при любом скольжении. Указать неправильный ответ.

1. Точка 1 100 В. 2. Точка 2 300 В.
3. Точка 3 400 В. 4. Точка 4 200 В.

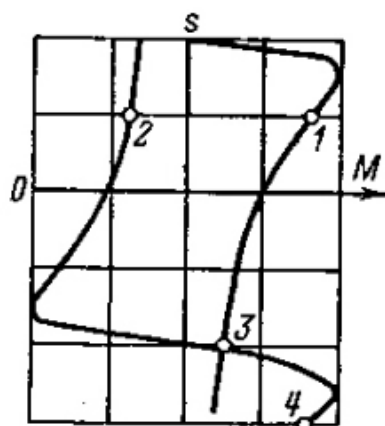


Рис. 11-37.

Ответ: 4

11-38. Какой из параметров не зависит от сопротивления резистора, включенного в цепь ротора?

1. s_k . 2. $I_{2п}$. 3. $I_{1п}$. 4. M_k . 5. M_n .

Ответ: 4

1) Если постепенно повышать нагрузку двигателя, то скольжение будет расти (ротор будет все сильнее отставать от вращающегося магнитного поля), при этом пропорционально скольжению будет расти ток, наводимый в роторе, а пропорционально ему будет расти и момент.

С увеличением сопротивления цепи ротора возрастает скольжение и, следовательно, уменьшается скорость вращения двигателя.

11-39. Уменьшение пускового тока на время пуска выполнили в двух вариантах: а) в цепь обмотки статора включили активное сопротивление; б) соединили обмотку на время пуска звездой вместо положенного по паспорту треугольника, причем сопротивление подобрали так, что начальные значения пусковых моментов в первом и втором случаях оказались равными.

В каком соотношении будут находиться максимальные моменты M_k , развиваемые двигателем в указанных вариантах? Указать правильный ответ.

1. $M_a > M_б$. 2. $M_a = M_б$. 3. $M_a < M_б$.

Ответ: 1

Решение 39. Напряжение на обмотке статора во втором случае в течение пуска не зависит от пускового тока и остается постоянным.

В первом случае по мере разбега пусковой ток будет уменьшаться, а напряжение на обмотке статора U_a , как это следует из выражения $\dot{U}_a = \dot{U}_1 - I_1 r_d$, будет увеличиваться. Таким образом, при скольжениях,

близких к $s_{кр}$, напряжение на обмотке статора и, следовательно, максимальный момент в первом случае будут больше, чем во втором.

11-40. В каком соотношении находятся токи ротора при работе двигателя в точках 1—4 механических характеристик, изображенных на рис. 11-40. Указать неправильный ответ.

1. $I_1 = I_2$. 2. $I_4 = I_3$. 3. $I_3 > I_1$. 4. $I_3 = I_2$.

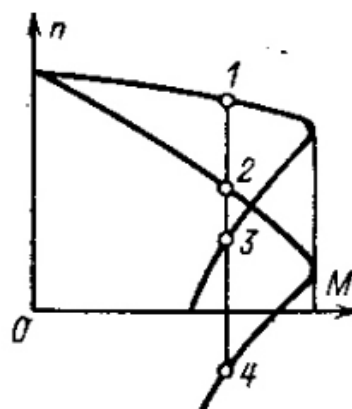


Рис. 11-40.

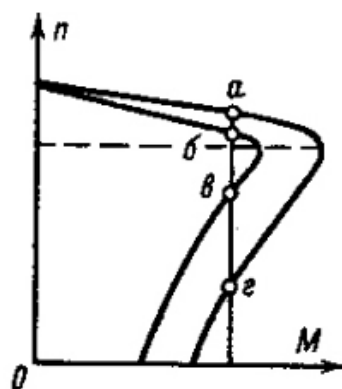
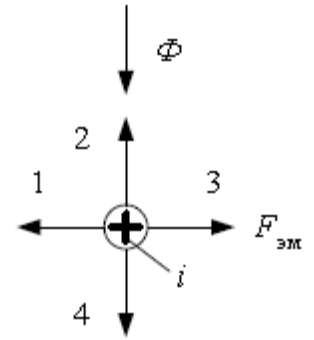


Рис. 11-41.

Ответ:4

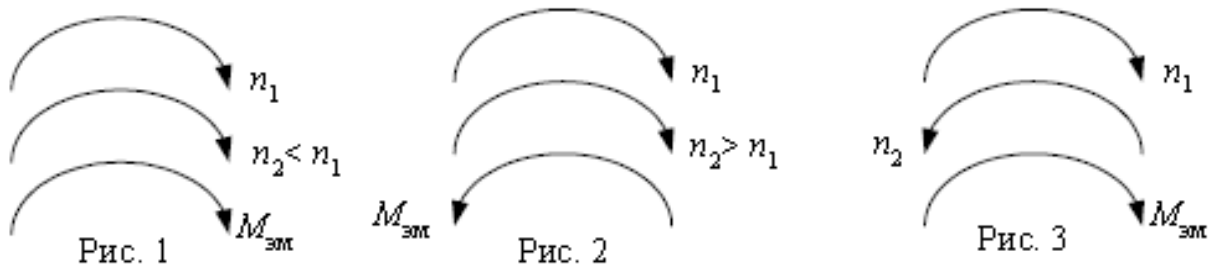
АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

52. В соответствии с законом электромагнитных сил и правилом левой руки выберите правильное направление электромагнитной силы $F_{эм}$, действующей на проводник с током i роторной обмотки асинхронного двигателя, находящейся в магнитном потоке Φ .



Ответ: 1 Если расположить ладонь левой руки так, чтобы линии индукции магнитного поля входили во внутреннюю сторону ладони, перпендикулярно к ней, а четыре пальца направлены по току, то отставленный на 90° большой палец укажет направление силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник с током.

53. Какой рисунок соответствует работе асинхронной машины в режиме электромагнитного тормоза?

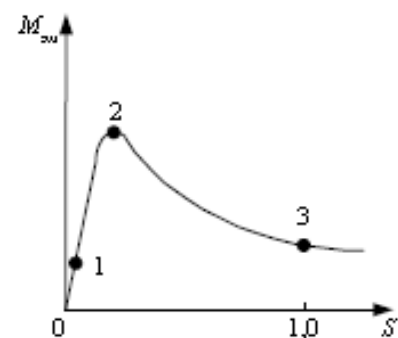
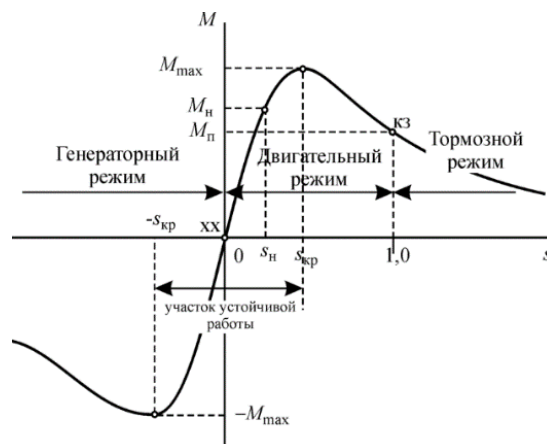


Ответ: 3 Машина переходит в режим генератора, т.е. если ротор вращается быстрее магнитного поля. Этот режим может наступить при регулировании скорости вращения увеличением числа пар полюсов или уменьшением частоты источника питания.

В режиме генератора изменяется направление электромагнитного момента, т.е. он становится тормозным, под действием чего происходит быстрое снижение скорости вращения. Одновременно изменяется фаза тока в обмотке статора, что приводит к изменению направления передачи электрической энергии. В режиме генератора происходит возврат энергии в сеть.

54. Какой участок механической характеристики асинхронного двигателя рабочий, устойчивый?

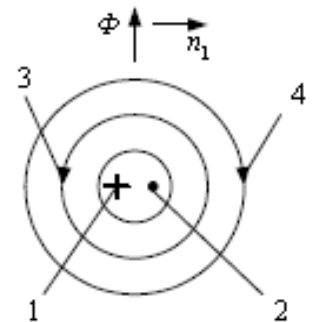
- 1) 0 – 1
- 2) 1 – 2
- 3) 0 – 2
- 4) 2 – 3
- 5) 1 – 3



Ответ: 3) 0 – 2

Увеличение нагрузки (тормозящего момента) двигателя ведет к некоторому уменьшению скорости ротора, что в свою очередь вызывает увеличение вращающего момента двигателя, способного уравновесить тормозящий момент и продолжить вращение ротора. При нагрузке двигателя, когда тормозящий момент превышает критический, вращающий момент двигателя уменьшается и скорость вращения ротора падает, двигатель останавливается. Точка 2 на графике соответствует критическому моменту нагрузки и называется точкой критического, или опрокидывающего, момента.

56. В соответствии с законом электромагнитной индукции и правилом правой руки выберите правильное направление индуцированной ЭДС в проводнике роторной обмотки асинхронного двигателя.



Ответ: 1 Если мысленно расположить правую руку в магнитном поле вдоль проводника так, чтобы магнитные линии, выходящие из северного полюса, входили в ладонь, а большой отогнутый палец совпадал с направлением движения проводника, то четыре вытянутых пальца будут указывать направление индуцированной ЭДС в проводнике (на нас). При этом индукционный ток направлен таким образом, что его действие противоположно действию причины, вызвавшей этот ток (от нас) – 1.

57. Выберите правильную формулу для угловой частоты вращения магнитного потока статора:

- 1) $\omega_1 = \frac{2\pi \cdot P}{f}$ 2) $\omega_1 = \frac{f}{2\pi \cdot P}$ 3) $\omega_1 = 2\pi \cdot f \cdot P$
4) $\omega_1 = \frac{f \cdot P}{2\pi}$ 5) $\omega_1 = \frac{2\pi \cdot f}{P}$

Ответ: 5

59. Выберите правильную упрощенную формулу критического скольжения асинхронной машины.

- 1) $S_k = \pm \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$
2) $S_k = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$
3) $S_k = \frac{X'_2}{\sqrt{r_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$
4) $S_k = \pm \frac{r'_2}{\sqrt{(r_1 + r'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$
5) $S_k = \pm \frac{X'_2}{\sqrt{(r_1 + r'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$

Ответ: 1

60. Какая рабочая характеристика асинхронного двигателя соответствует зависимости коэффициента мощности $\cos\phi$ от мощности P_2 на валу?

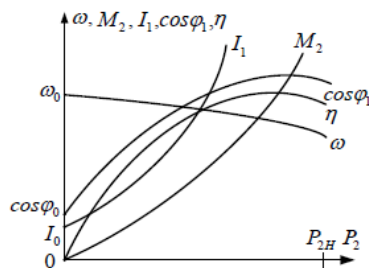
$$\cos\phi = P/S.$$

P – активная мощность;

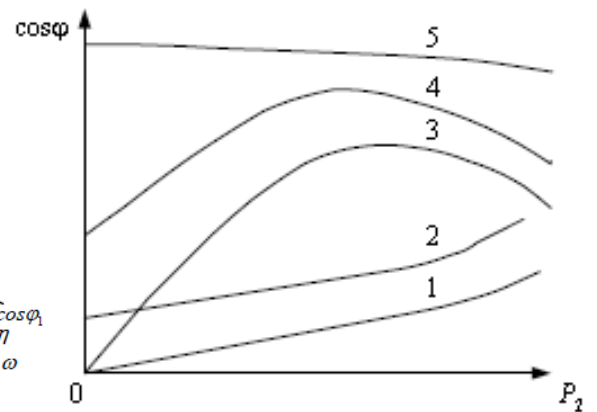
S – полная мощность;

Q – реактивная мощность.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$



Ответ: 4



62. Во сколько раз уменьшится пусковой ток трехфазного асинхронного двигателя при соединении фаз в звезду вместо треугольника?

1) $\sqrt{2}$

2) 2

3) $\sqrt{3}$

4) 3

Ответ: 3 (в ответах 4)

Звезда	Треугольник
$U_L = \sqrt{3} U_\phi$	$U_L = U_\phi$
$I_L = I_\phi$	$I_L = \sqrt{3} I_\phi$

63. Какая характеристика асинхронного двигателя соответствует зависимости момента M_2 на валу от мощности P_2 на валу?

Ответ: 1

Зависимость

$M_2 = f(P_2)$.

Зависимость

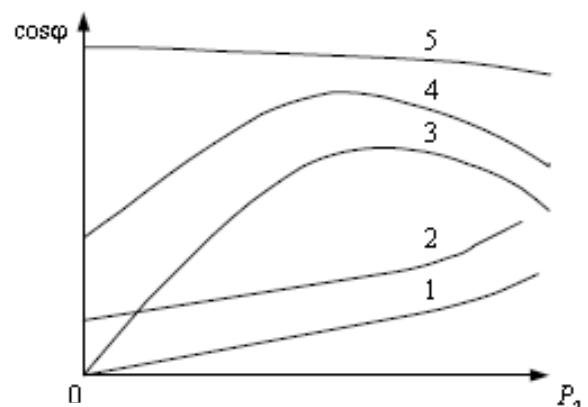
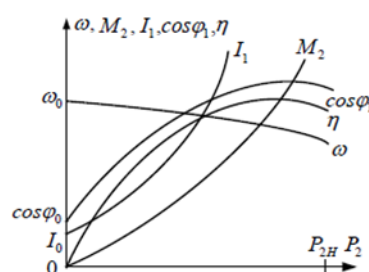
полезного

момента на

валу

асинхронного двигателя M_2 от полезной мощности P_2 определяется выражением $M_2 = P_2 / \omega_2 = 60 P_2 / (2\pi n_2) = 9,55 P_2 / n_2$,

где P_2 — полезная мощность, Вт; $\omega_2 = 2\pi f \cdot 2 / 60$ угловая частота вращения ротора.



$$1) M_{\text{эп}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1 \cdot \frac{r'_2}{S}}{2\pi \cdot f \cdot \left[\left(r_1 + \frac{r'_2}{S} \right)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]}$$

$$2) M_{\text{эп}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1}{2\pi \cdot f \cdot \sqrt{\left(r_1 + \frac{r'_2}{S} \right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

$$3) M_{\text{эп}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{S}}{2\pi \cdot f \cdot \left[\left(r_1 + \frac{r'_2}{S} \right)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]}$$

$$4) M_{\text{эп}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2}{2\pi \cdot f \cdot \sqrt{\left(r_1 + \frac{r'_2}{S} \right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

65. Выберите правильную упрощенную формулу

электромагнитного момента асинхронной машины.

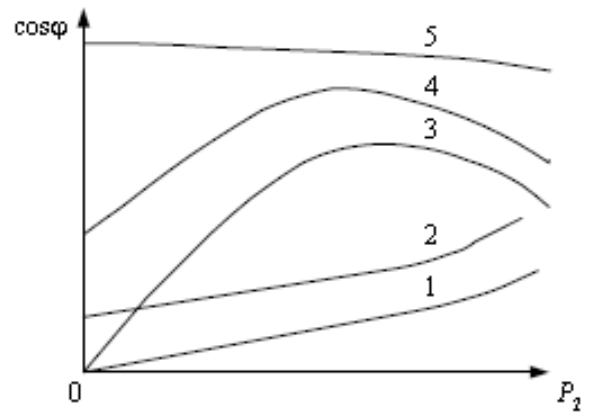
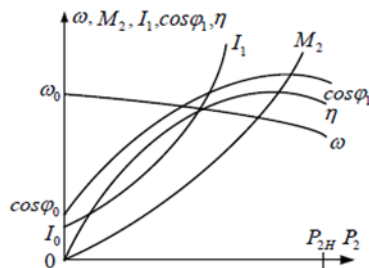
Ответ: 3

$$5) M_{эм} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{X'_2}{S}}{2\pi \cdot f \cdot \left[\left(r_1 + \frac{r'_2}{S} \right)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]}$$

66. Какая рабочая характеристика асинхронного двигателя соответствует зависимости КПД η от мощности P_2 на валу?

Ответ: 3

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = 1 - \frac{\sum I^2}{P_1}$$



68. Выберите правильную формулу для скольжения S .

1) $S = \frac{n_1 - n_2}{n_2}$

2) $S = \frac{n_2 - n_1}{n_1}$

3) $S = \frac{n_1 - n_2}{n_2}$

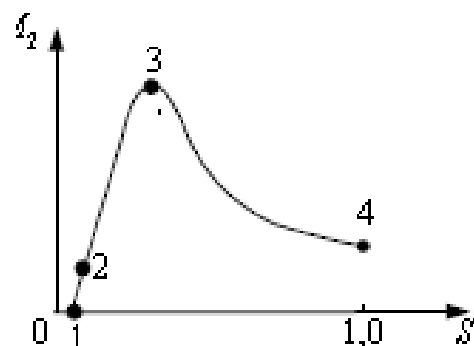
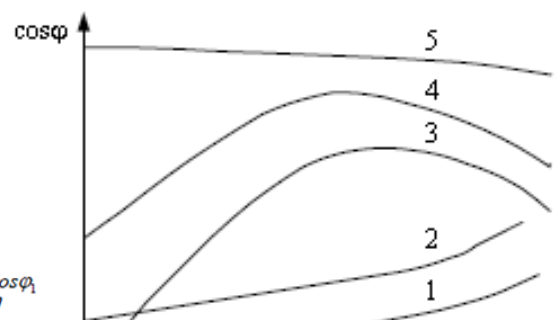
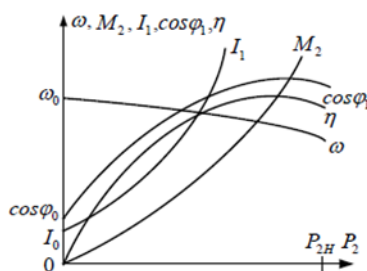
4) $S = \frac{n_2 - n_1}{n_1}$

Ответ: 4

69. Какая рабочая характеристика асинхронного двигателя соответствует зависимости частоты вращения n_2 ротора от мощности P_2 на валу?

Ответ: 5

Скоростная характеристика $n_2 = f(P_2)$. Частота вращения ротора асинхронного двигателя $n_2 = n_1(1 - s)$.



71. Какая точка механической характеристики асинхронного двигателя соответствует режиму идеального холостого хода? Ответ: 1 Холостой ход асинхронного двигателя имеет место в том случае, если на валу отсутствует нагрузка в виде рабочего органа или редуктора. Во время холостого хода скольжение составляет: $S=0,01 \div 0,08$.

74. Выберите правильную формулу для частоты вращения магнитного потока статора.

1) $n_1 = \frac{60 \cdot p}{f}$

2) $n_1 = \frac{60 \cdot f}{p}$

3) $n_1 = \frac{p}{60 \cdot f}$

4) $n_1 = 60 \cdot f \cdot p$

5) $n_1 = \frac{f \cdot p}{60}$

Ответ: 2

94. Выберите правильную формулу электромагнитной мощности асинхронной машины.

$$1) P_{\text{эм}} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \frac{X_2'}{S}$$

$$2) P_{\text{эм}} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \frac{r_2'}{S}$$

$$3) P_{\text{эм}} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{X_2'}{S}\right)^2 + \left(\frac{r_2'}{S}\right)^2}$$

$$4) P_{\text{эм}} = m_1 \cdot E_2' \cdot I_2' \cdot \sin \psi_2$$

$$5) P_{\text{эм}} = \frac{m_1 \cdot E_2'}{I_2'}$$

Ответ: 2 т.к. из энергетической диаграммы $P_{\text{эм}} = M\omega_0 = \frac{\Delta P_{062}}{S}$, а $\Delta P_{062} = m(I_2')^2 r_2'$ – потери в обмотке ротора

97. Роторная обмотка короткозамкнутого ротора общепромышленного асинхронного двигателя может быть изготовлена из:

1) Стали. 2) Бронзы. **3) Алюминиевого сплава.** 4) Нихрома. 5) Константана.

Ответ: 3

98. Выберите правильную формулу электромагнитной мощности асинхронной машины.

$$1) P_{\text{эм}} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \frac{X_2'}{S}$$

$$2) P_{\text{эм}} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{X_2'}{S}\right)^2 + \left(\frac{r_2'}{S}\right)^2}$$

$$3) P_{\text{эм}} = m_1 \cdot E_2' \cdot I_2' \cdot \sin \psi_2$$

$$4) P_{\text{эм}} = m_1 \cdot E_2' \cdot I_2' \cdot \cos \psi_2$$

$$5) P_{\text{эм}} = m_1 \cdot E_2' \cdot I_2'$$

Ответ: 4 т.к. из энергетической диаграммы $P_{\text{эм}} = M\omega_0 = \frac{\Delta P_{062}}{S}$, а $\Delta P_{062} = m(I_2')^2 r_2'$ – потери в обмотке ротора, $E_2' = I_2' r_2'$, а $\frac{r_2'}{S} = \cos \psi_2$ – коэф. мощности равен отношению активной мощности к полной.

100. Выберите правильную формулу полной механической мощности асинхронной машины.

$$1) P_{\text{мк}} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \frac{r_2'}{S}$$

$$2) P_{\text{мк}} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot r_2'$$

$$3) P_{\text{мк}} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot r_2' \cdot \frac{1-S}{S}$$

$$4) P_{\text{мк}} = P_{\text{тр.п}} + P_{\text{тр.в}}$$

$$5) P_{\text{мк}} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot r_2' \cdot \frac{1+S}{S}$$

Ответ: 3,

102. Фазы ротора трехфазного асинхронного двигателя включают:

1) Параллельно. 2) Последовательно.

3) Параллельно и последовательно. **4) Звездой.**

Ответ: 4

103. Фазы трехфазной статорной обмотки должны быть сдвинуты в пространстве относительно друг друга на α геометрических градусов.

- 1) $\alpha = \frac{30}{p}$ 2) $\alpha = \frac{60}{p}$ 3) $\alpha = \frac{90}{p}$ 4) $\alpha = \frac{120}{p}$ 5) $\alpha = \frac{180}{p}$

Ответ: 4. Индуцируемые в фазах ЭДС должны быть равны, но сдвинуты во времени на электрический угол, равный 120° . Для этого обмотки фаз располагают в пазах статора со сдвигом в пространстве на угол $120^\circ/p$.

104. Выберите правильную формулу мощности на валу асинхронного двигателя.

- 1) $P_2 = M_2 \cdot n_2$ 2) $P_2 = \frac{M_2}{n_2}$ 3) $P_2 = \frac{M_2}{\omega_2}$
 4) $P_2 = M_2 \cdot \omega_2$ 5) $P_2 = P_{\text{мх}} - (P_{\text{тр.п}} + P_{\text{тр.в}})$

Ответ: 5

108. Выберите правильную формулу для потребляемой активной мощности трехфазного асинхронного двигателя.

- 1) $P_1 = m_1 \cdot E'_2 \cdot I'_2 \cdot \cos \psi_2$ 2) $P_1 = m_1 \cdot E_1 \cdot I'_2 \cdot \cos \psi_2$
 3) $P_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1$ 4) $P_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I'_2 \cdot \cos \varphi_1$
 5) $P_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I_0 \cdot \cos \varphi_1$

Ответ: 3

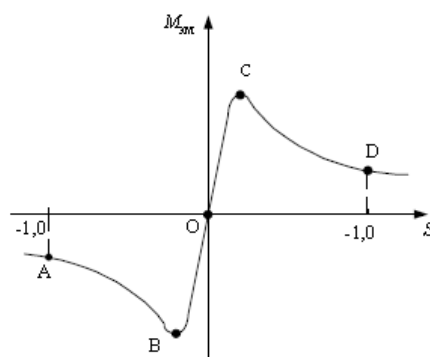
110. Какая величина называется перегрузочной способностью асинхронного двигателя?

- 1) $\frac{M_{\text{н}}}{M_{\text{п}}}$ 2) $\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{н}}}$ 3) $\frac{M_{\text{к}}}{M_{\text{н}}}$ 4) $\frac{M_{\text{н}}}{M_{\text{к}}}$ 5) $\frac{M_{\text{к}}}{M_{\text{п}}}$

Ответ: 3. В электрических машинах перегрузочная способность обозначает $k_{\text{м}}$ и определяется как отношение максимального момента (критического) к номинальному.

111. Выберите устойчивый участок механической характеристики асинхронной машины.

- 1) АВ
 2) ОВ
 3) ОС
4) ВС
 5) CD



Ответ: 4. Уч-к ВС – устойчивый участок, уч-к ниже оси х да т. А – генераторный режим работы, участок выше до т. D – двигательный режим.

112. Сумма мощности потерь асинхронного двигателя ΣP составляет 50% от его полезной мощности P_2 . Определить КПД асинхронного двигателя η .

1) $\eta=67\%$. 2) $\eta=50\%$. 3) $\eta=33\%$. 4) $\eta=75\%$. 5) $\eta=25\%$.

Ответ: 1., $P_2 = P_1 - P_{\Sigma}$, и $P_{\Sigma} = 0,5P_2$, тогда $\eta = \frac{P_2}{P_1} * 100\% = \frac{P_2}{1,5P_2} * 100\% = 67\%$

113. Номинальная частота работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, питающегося от промышленной сети переменного тока, $n_2=950$ об/мин. Определить число пар полюсов p статорной обмотки данного двигателя и величину номинального скольжения S_n .

1) $p = 1$, $S_n = 0,68$. 2) $p = 1$, $S_n = 0,05$. 3) $p = 2$, $S_n = 0,37$. 4) $p = 2$, $S_n = 0,05$. 5) $p = 3$, $S_n = 0,05$.

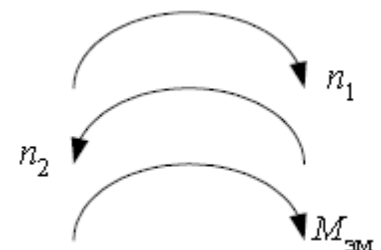
Ответ: 5, $\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{2\pi f}{p}$, значит $\frac{n}{30} = \frac{2f}{p} \rightarrow \frac{950}{30} = \frac{2*50}{p} \rightarrow p = 3$, т.к. кроме 5 ничего более не подходит, то примем что $S_n=0,05$

114. Асинхронный двигатель с числом пар полюсов $p = 1$, критическим скольжением $S_k = 0,2$ работает от промышленной сети переменного тока с нагрузкой на валу со скольжением $S_1 = 0,1$. Определить частоту вращения ротора n_2 , если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

1) $n_2 = 2700$ об/мин. 2) $n_2 = 5400$ об/мин. **3) $n_2 = 2850$ об/мин.**
4) $n_2 = 3000$ об/мин. 5) $n_2 = 2400$ об/мин.

Ответ: 3. $n_1 = \frac{60f}{p}$, $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \rightarrow n_2 = n_1 - Sn_1$,

115. В асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором скорость вращающегося магнитного потока статора n_1 , электромагнитного момента $M_{эм}$ и скорость вращения ротора n_2 имеют направления, показанные ниже. Определить в каком режиме работает асинхронный двигатель.



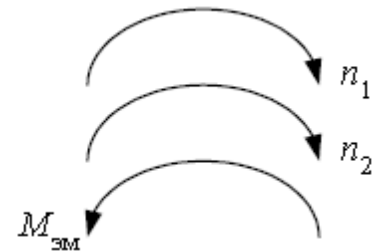
1) Двигательном режиме.
2) Генераторном режиме.
3) Режиме рекуперативного торможения.
4) Режиме электромагнитного тормоза.
5) Режиме идеального холостого хода.

Ответ: 4. если вращение ротора n_2 асинхронной машины не совпадает с направлением вращения магнитного поля статора, то ротор будет затормаживаться под действием этого магнитного поля статора. Т.е. т.к.

скорость вращения ротора n_2 и электромагнитный момент имеют разное направление.

117. В асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором скорость вращающегося магнитного потока статора n_1 , электромагнитного момента $M_{эм}$ и скорость вращения ротора имеют направления, показанные ниже. Определить в каком режиме работает асинхронный двигатель.

- 1) Двигательном режиме.
- 2) Генераторном режиме.**
- 3) Режиме рекуперативного торможения.
- 4) Режиме электромагнитного тормоза.
- 5) Режиме идеального холостого хода.



Ответ: 2. При включении обмотки статора в сеть возникает вращающееся магнитное поле, которое наводит эдс в обмотке ротора. Появляется ток. В результате взаимодействия этих токов с вращающимся магнитным полем на роторе возникают электромагнитные силы, а затем и электромагнитный вращающий момент, ротор приходит во вращение с частотой $n_2 < n_1$ в сторону вращения поля статора, т.е. n_1 и n_2 направлены в одну сторону

Номер вопроса	Вариант ответа	Номер вопроса
88.	3	118.
89.	1	119.
90.	4	120.
91.	3	121.
92.	2	122.
93.	2	123.
94.	2	124.
95.	5	125.
96.	3	126.
97.	3	127.
98.	4	128.
99.	4	129.
100.	3	130.
101.	2	131.
102.	4	132.
103.	4	133.
104.	5	134.
105.	3	135.
106.	3	136.
107.	4	137.
108.	3	138.
109.	4	139.
110.	3	140.
111.	4	141.
112.	1	142.
113.	5	143.
114.	3	144.
115.	4	145.
116.	1	146.
117.	2,3	147.

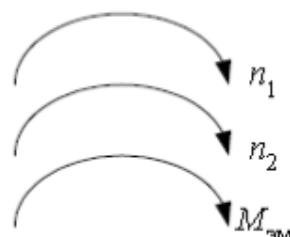
118. Определить КПД η трехфазного асинхронного двигателя в номинальном режиме, если постоянные потери $P_0=15\text{ мВт}$, переменные $P_{ca}=35\text{ мВт}$, а потребляемая из сети мощность $P_1=250\text{ мВт}$.

$$\eta = \frac{P_1 - P_0 - P_{ca}}{P_1} = (250 - 15 - 35) / 250 = 0,8$$

Ответ: 4.

119. В асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором скорость вращения магнитного потока статора n_1 , электромагнитного момента $M_{эм}$ и скорость вращения ротора имеют направления, показанные ниже. Определить в каком режиме работает асинхронный двигатель.

- ☒ 1) Двигательном режиме.
- ☐ 2) Генераторном режиме.
- ☐ 3) Режиме рекуперативного торможения.
- ☐ 4) Режиме электромагнитного тормоза.
- ☐ 5) Режиме идеального холостого хода.



В двигательном режиме:

При включении обмотки статора в сеть трехфазного тока возникает вращающееся магнитное поле, которое, сцепляясь с короткозамкнутой обмоткой ротора, наводит в ней ЭДС. При этом в стержнях обмотки ротора появляются токи. В результате взаимодействия этих токов с вращающимся магнитным полем на роторе возникают электромагнитные силы.

Совокупность этих сил создает электромагнитный вращающий момент, под действием которого ротор асинхронного двигателя приходит во вращение с частотой $n_2 < n_1$ в сторону вращения поля статора.

120. Три одинаковых асинхронных двигателя имеют различное номинальное скольжение: $S_{н1}=0,08$, $S_{н2}=0,04$ и $S_{н3}=0,06$. Определить в каком соотношении находятся их КПД η_1 , η_2 , η_3 .

- 1) $\eta_1 > \eta_2 > \eta_3$.
- 2) $\eta_1 > \eta_3 > \eta_2$.
- 3) $\eta_3 > \eta_1 > \eta_2$.
- 4) $\eta_2 > \eta_1 > \eta_3$.
- ☒ 5) $\eta_2 > \eta_3 > \eta_1$.

$s=(P_1-P_2)/P_1$, $P_2=P_1*(1-s)$, следовательно чем меньше s , тем больше P_2 и следовательно больше КПД, т. к. $\text{КПД}=P_2/P_1$

122. Трехфазный асинхронный двигатель с кратность пускового момента $K_p=1,2$ находится в неподвижном состоянии. В момент запуска к его валу приложен момент сопротивления $M_c=1,32 \cdot M_n$, где M_n – номинальный момент двигателя. Определить величину скольжения S двигателя по истечении времени достаточного для разгона двигателя:

- 1) $S = 1,1 \cdot S_n$. 2) $S = S_n$. 3) $S = 0,9 \cdot S_n$. 4) $S = 1$. 5) $S = 1,32 \cdot S_n$.

$$K_p = M_p / M_n, M_p = 1,2 M_n$$

$$M_c = 1,32 M_n, \text{ следовательно } M_c > M_p, \text{ поэтому } s = 1$$

123. Асинхронный двигатель с числом пар полюсов $p = 3$, критическим скольжением $S_k = 0,2$ работает от промышленной сети переменного тока с нагрузкой на валу со скольжением $S_k = 0,1$. Определить частоту вращения ротора n_2 , если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

- 1) $n_2 = 950$ об/мин. 2) $n_2 = 1000$ об/мин. 3) $n_2 = 800$ об/мин.
4) $n_2 = 1600$ об/мин. 5) $n_2 = 2400$ об/мин.

Т. к. нагрузка P_2 уменьшилась в 2 раза, то s тоже уменьшилась в 2 раза: $s = 0,1/2 = 0,05$

$$n_2 = 60f(1-s)/p = 60 \cdot 50 \cdot (1-0,05)/3 = 950$$

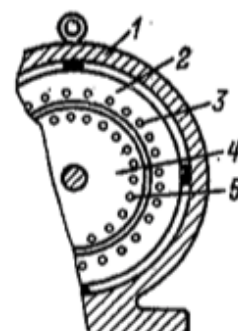
124. Трехфазный асинхронный двигатель подключен к сети переменного тока с фазным напряжением $U_1 = 220$ В. При номинальной нагрузке активная мощность, потребляемая двигателем из сети $P_1 = 250$ Вт, а фазный при этом равен $I_1 = 0,5$ А. Определить $\cos \phi$ двигателя при номинальной нагрузке.

- 1) $\cos \phi \approx 0,44$. 2) $\cos \phi \approx 0,76$. 3) $\cos \phi \approx 0,87$. 4) $\cos \phi \approx 1,34$. 5) $\cos \phi \approx 0,57$.

$$\cos \phi = P_1 / (3U_1 \cdot I_1) = 250 / (3 \cdot 220 \cdot 0,5) = 0,76$$

11-1. Какая из частей двигателя (рис.11-1) не может быть изготовлена из указанных материалов?

1. Корпус 1-сталь, чугун, алюминий.
- 2.** Сердечник статора 2- электротехническая сталь, чугун, алюминий.
3. Обмотка статора 3-медь, алюминий
4. Сердечник ротора 4-электротехническая сталь.
5. Обмотка ротора 5-медь, алюминий, латунь.



Используется в сердечнике статора только электротехническая сталь. Чугун и алюминий используется в изготовлении корпуса машины.

11-2. В какой из векторных диаграмм, поясняющих образование вращающегося магнитного поля, построенных для моментов времени, отмеченных на рис. 11-2, б точками 1-4, допущена ошибка? Условные положительные направления амплитуд векторов магнитных индукции, создаваемых током каждой фазы, изображены на рис. 11-2, а. Магнитная система двигателя не насыщена.

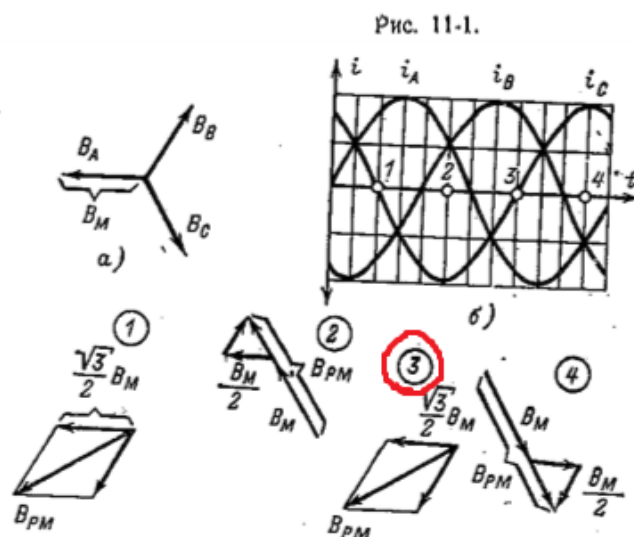
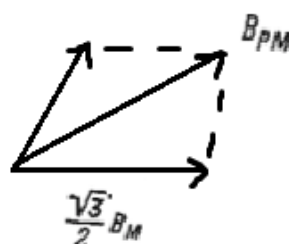


Рис. 11-2.

3 точка: $B_C=0$, т. к. $i_C=0$

B_B имеет положительное направление, т. к. $i_B>0$

B_A имеет отриц. направление, т. к. $i_A<0$



11-3. Определить частоту вращения магнитного поля и номинальную частоту вращения ротора двигателей, имеющих следующие данные: 1) $P=4$, $f=50$, $S=0,04$; 2) $P=1$, $f=500$, $S=0,05$; 3) $P=2$, $f=1000$, $S=0,03$; 4) $P=12$, $f=50$, $S=0,06$. Указать неправильный ответ.

1. $n_0=750$ об/мин. $n_n=720$ об/мин. 2. $n_0=30000$ об/мин.; $n_n=28500$ об/мин

3. $n_0=60000$ об/мин.; $n_n=58200$ об/мин. 4. $n_0=250$ об/мин.; $n_n=235$ об/мин.

Для 3 пункта: $n_n=60f(1-s)/p=60*1000*(1-0,03)=29100$

$n_0=60f/p=60*1000/2=30000$

11-4. Какая из схем (рис. 11-4) не позволяет включить двигатель для прямого и обратного направления вращения ротора?

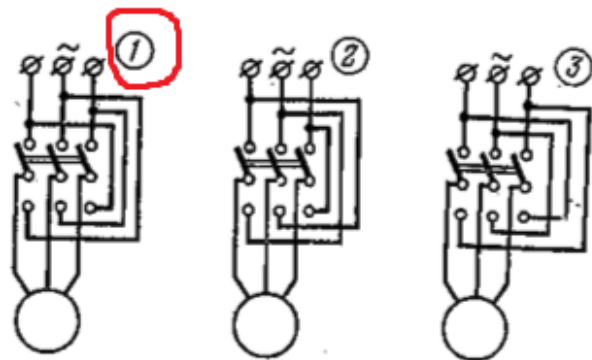


Рис. 11-4.

во 2 и 3 схеме две фазы меняют местами при переключении и осуществляется реверс

в 1 схеме меняют между собой все 3 фазы, поэтому реверс не происходит

11-6. Почему намагничивающий ток асинхронного двигателя составляет 25-50% I_n в то время как у трансформатора он составляет 3-10% I_n ?

Номинальная мощность и напряжение двигателя и трансформатора одинаковые. Указать главную причину.

1. B_m на отдельных участках магнитной цепи двигателя больше, чем у трансформатора.

2. Среднее значение B вдоль всего магнитопровода асинхронного двигателя больше, чем у трансформатора.

3. В магнитопроводе двигателя значительно больший воздушный промежуток (зазор между статором и ротором), чем у трансформатора.

11-8. В каком из пунктов выводов выражений потерь мощности в обмотке ротора ΔP_2 , механической мощности, развиваемой ротором двигателя P_2 через электромагнитную мощность $P_{эм}$ и скольжение s , допущена ошибка?

1. $P_{эм} - P_2 = \Delta P_2 = 3I_2^2 r_2$, принято, что $\Delta P_{ст2} = 0$
2. $M_{эм} - M_{эм} = M_{эм}(\omega_0 - \omega) = \Delta P_2$, $(\omega_0 - \omega) / \omega_0 = s$.
3. $M_{эм} \omega_0 s = \Delta P_2$, $\Delta P_2 = P_{эм} s$.
4. $P_{эм} - \Delta P_2 = P_2$.
- 5. $P_2 = P_{эм} s$.**

11-10. В каком из выражений допущена ошибка?

1. $P_2 = P_{эм}(1-s)$.
2. $\Delta P_2 = P_{эм} s$.
3. $P_{эм} = M_{эм} \omega_0$
4. $P_2 = M_{эм} \omega$.
- 5. $P_{эм} = 3I_2^2 r_2(1-s)/s$.**

Задача 11 – 11.

Как изменятся ток холостого хода I_0 и номинальный $\cos \varphi_{ном}$ двигателя, если увеличить воздушный зазор между ротором и статором? Указать правильный ответ.

- 1) I_0 не изменится.
- 2) I_0 уменьшится.
- 3) $\cos \varphi_{ном}$ не изменится.
- 4) $\cos \varphi_{ном}$ уменьшится.**

Решение

Воздушный зазор может увеличиться при ремонте двигателя из-за шлифования поверхности ротора. Если пренебречь падением напряжения в активном и индуктивном сопротивлениях для обмотки статора, можно записать $U = E = 4,44 \omega f B_{ск} \Phi_0$. Следовательно, магнитная индукция от зазора не зависит.

Намагничивающий ток двигателя определяется с помощью закона полного тока $H_{ст} l_{ст} + H_0 l_0 = I_\mu W_1$, откуда

$$I_\mu = (H_{ст} l_{ст} + H_0 l_0) / W_1.$$

Следовательно, с увеличением воздушного зазора l_0 увеличивается намагничивающий ток двигателя I_μ .

Таким образом, ток холостого хода $I_0 = (I_\mu^2 + I_\sigma^2)^{1/2}$ увеличивается. Коэффициент мощности и реактивная мощность двигателя равны

$$\cos \varphi = P/S = P/(P^2 + Q^2)^{1/2}; \quad Q = I_\mu U$$

Из-за увеличения тока холостого хода увеличится реактивная мощность и, следовательно, уменьшится коэффициент мощности двигателя. При увеличении воздушного зазора увеличатся потоки рассеяния, что вызовет еще большее уменьшение коэффициента мощности двигателя. **Ответ: 4.**

11-12. Какое из соотношений не соответствует действительности?

1. $s = (n_0 - n) / n_0$.

2. $E_2 = E_{2k} s$.

3. $I_2 = I_{2n} s$

4. $f_2 = f_1 s$

5. $x_{2s} = x_2 s$.

Ответ: 3

11-13. Какие формулы позволяют с достаточной для практики точностью определить сопротивление фазы обмотки ротора асинхронного трёхфазного двигателя с контактными кольцами?

А) $r_2 = M_n \omega_0 / I_{2n}^2$ Б) $r_2 = M_n \omega_0 s_n / 3 I_{2n}^2$

В) $r_2 = E_{2k} s_n / \sqrt{3} I_{2n}$ Г) $r_2 = E_{2k} / \sqrt{3} I_{2n}$

Указать правильный ответ:

1. А и Г

2. Б и В

3. А и В

4. Б 5. В

Ответ: 2

11-15. Объяснение какого из параметров схемы замещения асинхронного двигателя неправильно?

1. r_1 -активное сопротивление обмотки статора.

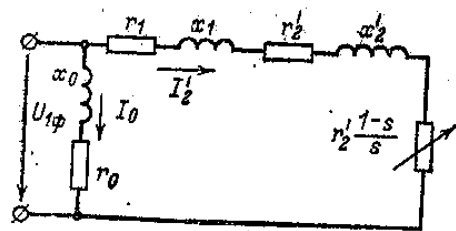
2. x_2 -индуктивное сопротивление фазы обмотки ротора, приведенное по числу витков к обмотке статора.

3. $r_2'(1-s)/s$ -эквивалентное сопротивление, потери мощности в котором равны механической мощности, развиваемой двигателем.

4. x_0 -индуктивное сопротивление фазы обмотки статора, обусловленное потоками рассеяния.

5. r_0 -сопротивление, потери мощности в котором равны мощности, теряемой в сердечнике статора.

Ответ: 4



11-16. В каком из выражений допущена ошибка?

1. $M = 2M_k / (\frac{s_e}{s} + \frac{s}{s_k})$.

2. $s_H = (n_0 - n_H) / n_0$

3. $s_k = r_2' / x_k$

4. $s_k = s_H (\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - 1})$

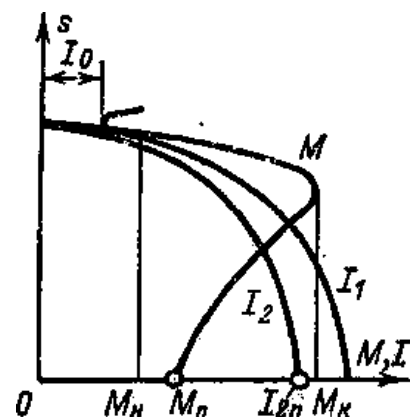
5. $M = C U_{1\phi}$

Ответ: 5

11-17. В каком из указанных значений параметров, характерных для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором общего назначения, допущена ошибка

1. $s_H = 2 \div 8\%$

2. $M_n = 1,1 \div 1,8 M_H$



$$3. M_k = 1,6 \div 2,4 M_H$$

$$4. I_0 = 10 \div 15\%$$

$$5. I_{2H} = 5 \div 7 I_{2H}$$

Ответ: 4

11-18. Во сколько раз уменьшается начальный пусковой фазный и линейный токи обмотки статора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, а также пусковой момент, если при пуске обмотку статора Соединить звездой вместо треугольника? Указать неправильный ответ.

1. Фазный ток в $\sqrt{3}$ раза. **2. Линейный ток в $\sqrt{3}$ раза.** 3. Пусковой момент в 3 раза.

Ответ: 2

11-19. Как изменяется магнитный поток Φ , ток ротора I_2 ток холостого хода I_0 и частота вращения ротора n , если уменьшить напряжение на обмотке статора на 5—10%, при номинальном моменте нагрузки на валу двигателя? Указать неправильный ответ.

1. Φ уменьшится. **2. I_2 уменьшится.** 3. I_0 уменьшится. 4. n уменьшится.

Ответ: 2

11-20. На сколько процентов уменьшатся начальный пусковой и максимальный моменты, и ток ротора при $s=1$, а также критическое скольжение, если напряжение на обмотке статора двигателя уменьшится на 20% по сравнению с номинальным? Указать неправильный ответ.

1. M_n на 36%. 2. M_k на 36%. **3. I_{2n} на 36%.** 4. s_k не изменится .

Решение. 10-20. Момент, развиваемый двигателем, равен

$$M = 3U_{1\phi}^2 \frac{r_2'}{\omega_0 s} [(r_1 + r_2'/s)^2 + (x_1 + x_2')^2].$$

В начальный момент пуска $n=0$, $s=1$.

Поскольку все входящие в выражение момента величины, кроме $U_{1\phi}$, остаются неизменными, можно записать выражение пускового момента в виде $M_n = c U_{1\phi}^2$.

При номинальном напряжении $M_{n,ном} = c U^2$, при пониженном напряжении $M_n' = c (0,8 U_{1\phi,ном})^2$.

Из отношения $M_{n,ном}$ и M_n' получим $M_n' = M_{n,ном} 0,8^2 = 0,64 M_{n,ном}$. Следовательно, пусковой момент уменьшится на 36 %.

Максимальный (критический) момент двигателя равен

$$M_{max} = 3U_{1ф}^2 / 2\omega_0 \left[r_1 \pm \sqrt{r_1^2 + x_k^2} \right].$$

При номинальном напряжении $M_{max ном} = c U_{1ф, ном}^2$

При пониженном напряжении $M'_{max} = c (0,8 U_{1ф, ном})^2$.

Из отношения $M_{max ном}$ к $M'_{max ном}$ получим $M'_{max} = 0,64 M_{max ном}$.

Следовательно, максимальный момент уменьшится на 36 %.

Критическое скольжение $s_{кр} = r'_2 / \sqrt{r_1^2 + x_k^2}$ от напряжения не зависит.

Ток в обмотке ротора равен

$$I'_2 = U_{1ф} / \sqrt{(r_1 + r'_2/s)^2 + (x_1 + x'_2)^2}.$$

В начальный момент пуска $n=0, s=1$.

Пусковой ток при номинальном напряжении $I_{2п, ном} = c U_{1ф, ном}$.

При пониженном напряжении $I'_{2п 0,8} = c 0,8 U_{1ф, ном}$.

Из отношения $I_{2п, ном}$ к $I'_{2п}$ получим $I'_{2п} = 0,8 I_{2п, ном}$.

Пусковой ток уменьшится на 20 %.

Ответ: 3

11-21. Для какой цели при пуске в цепь обмотки ротора двигателя с контактными кольцами вводят добавочное сопротивление? Указать неправильный ответ.

1. Для уменьшения пускового тока.
2. Для уменьшения пускового момента.
3. Для увеличения пускового момента.
4. Для уменьшения времени разбега.

5. Для уменьшения тока холостого хода.

Ответ: 5

11-22. В каком соотношении находятся сопротивления резисторов, включенных в цепь ротора, а также пусковые токи двигателя при $s=1$ с контактными кольцами, если пуск происходит в первый раз по характеристике a , во второй раз — по характеристике b ?

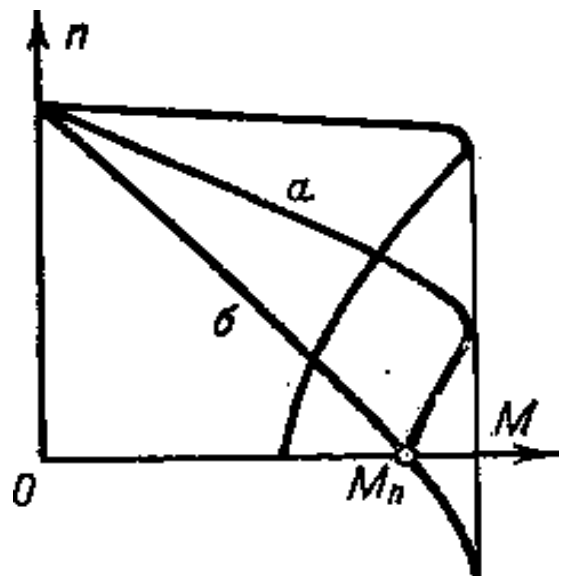
1. $I_a = I_b, r_{д.а.} = r_{д.б.}$

2. $I_a > I_b, r_{д.а.} < r_{д.б.}$

3. $I_a < I_b, r_{д.а.} < r_{д.б.}$

4. $I_a > I_b, r_{д.а.} > r_{д.б.}$

Ответ: 2



11-23. Определить фазный номинальный ток статора асинхронного двигателя, имеющего следующие паспортные данные: $P_n=20$ кВт; $U_n=380/220$ В; $\eta_n = 0,86$; $\cos\varphi_n = 0,84$. Указать правильный ответ.

1. 36 А. **2. 42 А.** 3. 24,3 А. 4. 30,3 А.

$$P_{1n} = \frac{P_n}{\eta_n} = \frac{20000}{0,86} = 23.256 \text{ Вт}$$

$$P_{1n} = 3 \cdot U_{\phi n1} \cdot I_{\phi n1} \cdot \cos\varphi_n$$

$$I_{\phi n1} = \frac{P_{1n}}{3 U_{\phi n1} \cdot \cos\varphi_n} = \frac{23.256}{3 \cdot 220 \cdot 0,84} = 42 \text{ А.}$$

Ответ: 2

11-25. Почему при введении сопротивлений в цепь обмотки статора пусковой момент уменьшается, а в цепь обмотки ротора увеличивается или уменьшается в зависимости от вводимого сопротивления? Почему в цепь ротора для уменьшения пускового тока и увеличения пускового момента вводят активное сопротивление, а не индуктивное? Какой из ответов сомнительный?

1. При введении сопротивлений в цепь обмотки статора уменьшается напряжение на обмотке статора, и, следовательно, магнитный поток двигателя

2. От сопротивления, введенного в цепь обмотки ротора, магнитный поток двигателя не зависит

3. При введении в цепь обмотки ротора индуктивного сопротивления уменьшается и пусковой ток и пусковой момент.

4. Реостат с активным сопротивлением легче изготовить.

Ответ: 4

11-28. Как изменятся ток ротора $I_{2п}$ и скольжение s , а также начальный пусковой момент $M_{п}$, если ввести в цепь ротора резистор, при условии, что момент нагрузки, обусловленный силами трения на валу двигателя, остается неизменным? Указать неправильный ответ.

1. $M_{п}$ увеличится. 2. $M_{п}$ уменьшится. **3. $I_{2п}$ увеличится.** 4. $I_{2п}$ уменьшится.
5. s увеличится.

Ответ: 3

11-29. Определить сопротивление резистора, который нужно включить в цепь ротора, чтобы начальный пусковой момент, развиваемый двигателем, составлял $M_n = 0,9M_K = 700$ Н·м, а также определить ток ротора при этом моменте. Сопротивление фазы обмотки ротора $r_2 = 0,06$ Ом, критическое скольжение $s_K = 0,12$, $\omega_0 = 100$ с⁻¹. Указать правильный ответ.

1. $r_d = 0,8$ Ом. 2. $r_d = 0,74$ Ом. 3. $I_{2n} = 296$ А. **4. $I_{2n} = 170$ А.**

Решение 10-29. Максимальный момент двигателя равен $M_{max} = M_n / 0,9 = 700 / 0,9 = 780$ Н·м.
Критическое скольжение (при введенном в цепь искомым пусковым сопротивлением) определим из уравнения искусственной механической характеристики

$$M_n = 2M_{max} / \left(\frac{s_{кр,н}}{s} + \frac{s}{s_{кр,н}} \right).$$

При пуске $n=0$, $s=1$; следовательно,

$$700 = 2 \cdot 780 / \left(\frac{s_{кр,н}}{1} + \frac{1}{s_{кр,н}} \right),$$

откуда

$$s_{кр,н} = 1 \left(\frac{780}{700} + \sqrt{\left(\frac{780}{700} \right)^2 - 1} \right) = 1,6.$$

Сопротивление реостата, включенного в цепь ротора, определим из выражения $s_{кр}/s_{кр,н} = r_2 / (r_2 + r_d)$, откуда

$$r_d = \left(\frac{s_{кр,н}}{s_{кр}} - 1 \right) r_2 = \left(\frac{1,6}{0,12} - 1 \right) 0,06 = 0,74 \text{ Ом}.$$

Пусковой ток ротора определяется из выражения $M = 3I_{2n}^2 r_2 / \omega_0 s$.
При пуске $s=1$ сопротивление цепи ротора равно сумме $r_2 + r_d$, поэтому $M_n = 3I_{2n}^2 (r_2 + r_d) / \omega_0$, откуда имеем

$$I_{2n} = \sqrt{M_n \omega_0 / 3 (r_2 + r_d)} = \sqrt{700 \cdot 100 / 3 (0,06 + 0,74)} = 170 \text{ А}.$$

Ответ: 4

11-30. К каким последствиям приведет работа двигателя с короткозамкнутым ротором при несоответствии схемы соединения его обмоток напряжению сети? Например, двигатель с номинальным напряжением 380/220 В оказался по ошибке включенным в сеть с напряжением:

- а) 380 В при соединении его обмоток треугольником;
б) 220 В при соединении его обмоток звездой,

Указать неправильный ответ.

В случае «а» двигатель выйдет из строя:

1. при работе с номинальным моментом;
2. при работе с малым моментом и в некоторых случаях даже вхолостую.

В случае «б»:

3. не будет вращаться, если па его валу номинальный момент нагрузки;
4. будет перегреваться при нагрузке на валу двигателя более 0,2

$M_{кр}$

Ответ: 4

Решение 10-30. а) Номинальное напряжение фазы обмотки статора $U_{ф,ном} = 220$ В. Если обмотку двигателя соединить треугольником и включить в сеть 380 В, напряжение на обмотке фазы будет равно $U_{фа} = 380$ В.

Из выражения $U = E = 4,44 f w_1 \Phi k_{об}$, следует, что магнитный поток Φ , следовательно, магнитная индукция увеличатся примерно в $380/220 = 1,73$ раза.

Кривая зависимости магнитной индукции от тока намагничивания асинхронного двигателя обычно имеет вид, показанный на рис. 13.10.30. Магнитная система двигателя рассчитывается так, что рабочей точкой при номинальном напряжении была точка a с координатами $I_{\mu ном}$ $B_{ном}$ и ток намагничивания при этом был равен $(25-60\%) I_{ном}$.

При повышении напряжения U , следовательно, магнитной индукции в 1,73 раза намагничивающий ток, как это видно из рис. 13.10.30, воз-

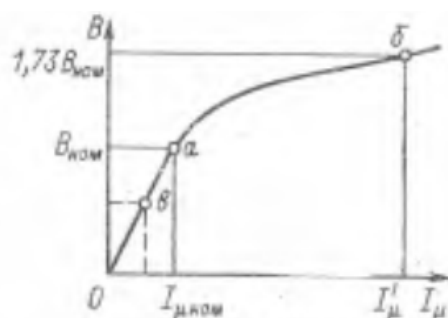


Рис. 13.10.30

растает в 3—4 раза и может оказаться больше номинального. Таким образом, при работе с малой нагрузкой и в некоторых случаях даже холостую двигатель быстро перегреется и выйдет из строя, тем более при номинальном моменте.

б) Если обмотку соединить звездой и включить в сеть 220 В, напряжение на обмотке фазы будет равно $U_{фб} = 220/\sqrt{3} = 127$ В, значит, и магнитная индукция уменьшится примерно в 1,73 раза. При этом (рис. 13.10.30) примерно во столько же раз уменьшится и намагничивающий ток (точка $в$). Пусковой и максимальные моменты уменьшатся в 3 раза, так как $M_n = c U_{1ф}^2$; $M_{max} = c_1 U_{1ф}^2$. Критическое скольжение $s_{кр} = r_2'/x_k$ при этом не изменится.

Для двигателей общего назначения пусковой момент равен $M_n = (1,2 \div 1,8) M_{ном}$.

Для случая б) пусковой момент составит

$$M_n' = \frac{M_n}{3} \left(\frac{1,2 \div 1,8}{3} \right) M_{ном} = (0,4 \div 0,6) M_{ном}.$$

Следовательно, двигатель не будет вращаться, если при пуске на его валу окажется номинальный момент.

Длительная работа двигателя допустима при токе ротора не более номинального значения. В противном случае двигатель будет перегреваться и выйдет из строя. Как следует из выражения $M = c\Phi I_2 \cos(\widehat{E_2, I_2})$, при номинальном напряжении длительно допустимый момент на валу равен номинальному:

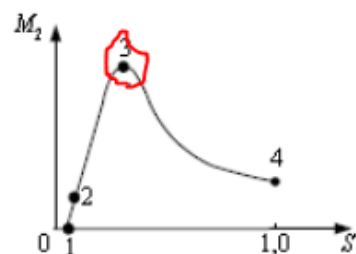
$$M_d = M_{\text{ном}} = c\Phi_{\text{ном}} I_{2\text{ном}} \cos(\widehat{E_{2\text{ном}}, I_{2\text{ном}}}).$$

Для случая б) имеем

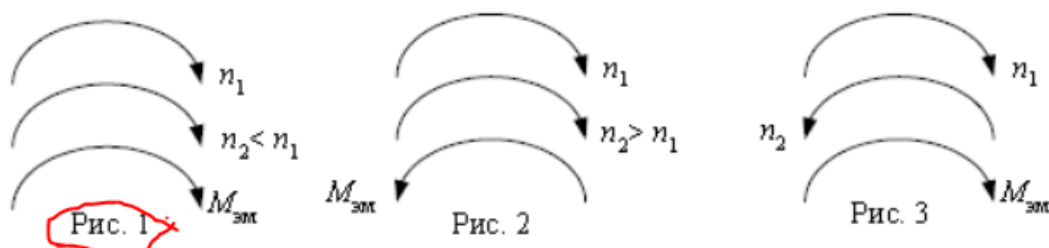
$$M'_d = c \frac{\Phi_{\text{ном}}}{\sqrt{3}} I_{2\text{ном}} \cos(\widehat{E_{2\text{ном}}, I_{2\text{ном}}}).$$

Если пренебречь изменением $\cos(\widehat{E_2, I_2})$, то из отношения M_d к M'_d следует, что допустимый момент нагрузки в этом случае составит $M'_d = M_{\text{ном}}/1,73 \approx 0,57 M_{\text{ном}}$.

79. Какая точка механической характеристики асинхронного двигателя соответствует критическому моменту?

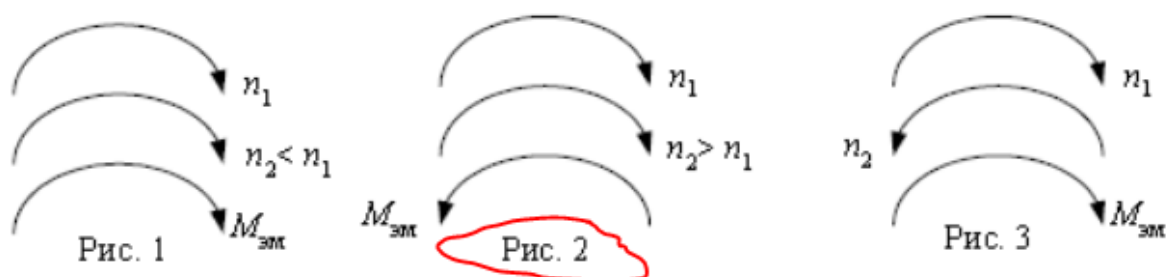


80. Какой рисунок соответствует работе асинхронной машины в двигательном режиме?



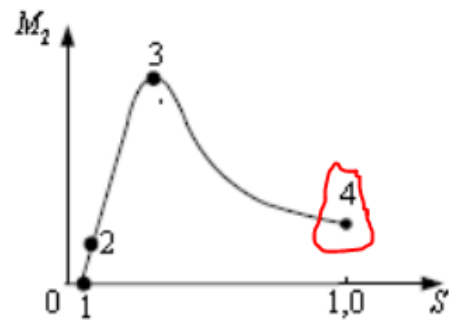
При включении обмотки статора в сеть трехфазного тока возникает вращающееся магнитное поле, которое, сцепляясь с короткозамкнутой обмоткой ротора, наводит в ней ЭДС. При этом в стержнях обмотки ротора появляются токи. В результате взаимодействия этих токов с вращающимся магнитным полем на роторе возникают электромагнитные силы. Совокупность этих сил создает электромагнитный вращающий момент, под действием которого ротор асинхронного двигателя приходит во вращение с частотой $n_2 < n_1$ в сторону вращения поля статора.

82. Какой рисунок соответствует работе асинхронной машины в генераторном режиме?



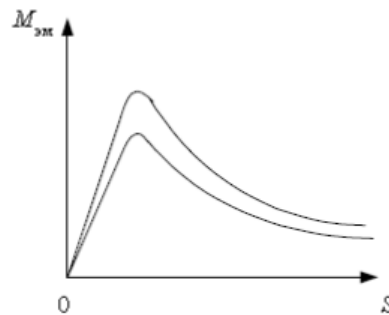
Если обмотку статора включить в сеть, а ротор асинхронной машины посредством приводного двигателя ПД, являющегося источником механической энергии, вращать в направлении вращения магнитного поля статора с частотой $n_2 > n_1$. При этом скольжение станет отрицательным, а ЭДС, наведенная в обмотке ротора, изменит свое направление. Электромагнитный момент на роторе M также изменит свое направление, т. е. будет направлен встречно вращающемуся магнитному полю статора и станет тормозящим по отношению к вращающемуся моменту приводного двигателя M_1 .

83. Какая точка механической характеристики асинхронного двигателя соответствует пусковому моменту?



84. За счет изменения какого параметра произошло изменение механической характеристики асинхронного двигателя?

- 1) Напряжения питания.
- 2) Активного роторного сопротивления.
- 3) Частоты сети.
- 4) Числа пар полюсов.



Изменение напряжения на статоре

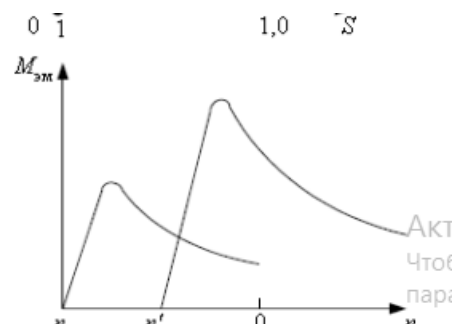
При данном способе изменяется величина первой гармоники напряжения статора двигателя $U_1 = \text{var}$.

При этом, величина критического скольжения не изменяется, то есть $s_k = \text{const}$. Изменяется величина критического момента, причем существенным является тот факт, что величина момента изменяется пропорционально квадрату напряжения статора. Регулирование, при котором изменяется величина U_1 называют *фазовым*. Изменение напряжения возможно только в сторону уменьшения, так

как при увеличении напряжения при постоянстве частоты f_1 будет возрастать величина магнитного потока. Это в свою очередь приведет к существенному росту тока намагничивания, который может достигать и превосходить номинальное значение тока двигателя вследствие явления насыщения машины.

90. За счет изменения какого параметра произошло изменение механической характеристики асинхронного двигателя?

- 1) Напряжения питания.
- 2) Активного роторного сопротивления.
- 3) Частоты сети.
- 4) Числа пар полюсов.



Изменение частоты питающей сети.

Согласно формуле, для синхронной частоты $\omega_0 = 2\pi f_1 / p$, при изменении частоты питающего напряжения на статоре $f_1 = \text{var}$ будет изменяться частота вращения вращающегося магнитного поля ω_0 . Из формулы видно, что при уменьшении частоты при $U_1 = \text{const}$ происходит возрастание магнитного потока, что приводит к насыщению машины и большому возрастанию тока намагничивания I_0 . Поэтому изменение частоты возможно только выше номинальной. При увеличении f_1 происходит возрастание величин

индуктивных сопротивлений $X_{\Sigma} = (L_1 + L_2)\omega_{\Sigma} = (L_1 + L_2)2\pi f_1$, что в свою очередь ведет к уменьшению критического скольжения и момента.

87. Почему пусковой момент асинхронного двигателя при введении реостата в фазный ротор увеличивается?

- 1) Увеличивается индуктивное сопротивление ротора.
- 2) Увеличивается активное сопротивление ротора.
- 3) Увеличивается активная составляющая роторного тока.
- 4) Уменьшается роторный ток.

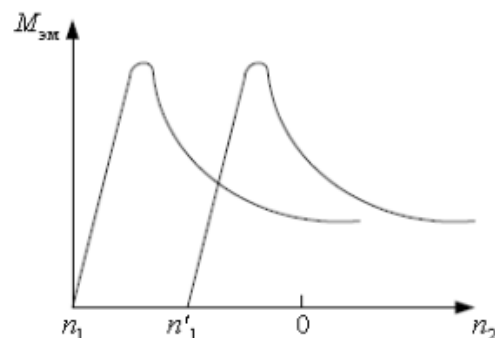
Для уменьшения пускового тока и **увеличения пускового момента** в роторах с глубокими пазами использовано явление вытеснения тока из нижней части проводника в верхнюю, отчего нижняя часть стержня при неподвижном роторе, когда частота в нем равна частоте сети, почти не проводит электрического тока; при этом активное сопротивление стержня увеличивается, а индуктивное - уменьшается. По мере увеличения скорости вращения электродвигателя происходит обратный процесс: активное сопротивление ротора уменьшается, а индуктивное - увеличивается. При нормальной скорости, когда частота тока в роторе мала, вытеснение тока практически прекращается и электродвигатель, ротор которого имеет глубокий паз, работает как электродвигатель нормального исполнения.

88. Почему номинальный момент асинхронного двигателя при введении реостата в фазный ротор уменьшается при том же скольжении?

- 1) Увеличивается сопротивление ротора.
- 2) Увеличивается активное сопротивление ротора.
- 3) Уменьшается активная составляющая роторного тока.
- 4) Уменьшается роторный ток.
- 5) Увеличивается индуктивное сопротивление ротора.

85. За счет изменения какого параметра произошло изменение механической характеристики асинхронного двигателя?

- 1) Напряжения питания.
- 2) Активного роторного сопротивления.
- 3) Частоты тока.
- 4) Числа пар полюсов.



Ответ 2

Изменение сопротивления ротора

Данный способ регулирования скорости возможен только для двигателей с фазным ротором, где имеется

возможность изменения величины добавочного сопротивления ротора $R'_{2\text{д.д.}}$. При этом, как следует из выражений для критического момента и скольжения, при вариациях данного параметра будет изменяться величина скольжения, а величина критического момента остаётся неизменной. Данный способ регулирования скорости называют *реостатным*. Величина критического момента при изменении сопротивления ротора остаётся неизменной, а величина критического скольжения изменяется.

При данном способе регулирования увеличивается значение пускового момента, двигатель не перегревается, однако суммарные потери возрастают, что снижает общий КПД

91. Что нужно сделать, чтобы изменить направление вращения трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором?

- 1) Изменить схему соединения статорной обмотки.
- 2) Изменить схему соединения роторной обмотки.
- 3) Поменять местами два линейных провода двигателя на клеммах трехфазной сети.
- 4) Изменить схемы соединения статорной и роторной обмоток.
- 5) Сдвинуть по кругу все три фазных провода A , B и C трехфазной сети на клеммах асинхронного двигателя.

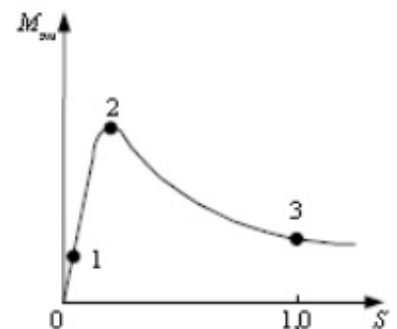
А

Ответ 3

Если поменять две любые фазы местами, то это приведет к смене полярности т.к. фазировка сдвинется и будет реверс

77. Какой участок механической характеристики асинхронного двигателя нерабочий, неустойчивый?

- 1) 0 – 1
- 2) 1 – 2
- 3) 0 – 2
- 4) 2 – 3
- 5) 1 – 3



участок нерабочий т.к. после точки 2 максимальный момент падает. и пуск неудобен т.к. в 3 точке пусковой момент не максимальный

при малейшем увеличении скорости вращения момент машины возрастёт в большей степени, чем момент нагрузки, и ротор под действием положительного результирующего момента $M - M_c > 0$ получит положительное ускорение, т.е. будет разгоняться, ещё более увеличивая отклонение скорости. При случайном уменьшении скорости вращения результирующий момент будет отрицательным $M - M_c < 0$ и вращение ротора будет замедляться до тех пор, пока скорость вращения не снизится до нужного значения, соответствующего статическому режиму в т. Менее этой величины скорость вращения быть не может.

89. Какая точка механической характеристики асинхронного двигателя соответствует реальному холостому ходу?

