

Министерство образования и науки Нижегородской области
ГОУ ВПО Нижегородский государственный
инженерно-экономический институт

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ЭЛЕКТРОПРИВОД

**Методические указания к выполнению контрольной работы для
студентов заочного отделения
специальности 110304 «Технология обслуживания и ремонта машин на
предприятиях АПК»**

**г. Княгинино
2010**

Задача 1

Для трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором определить:

1. потребляемую двигателем мощность;
2. номинальный, максимальный и пусковой моменты;
3. номинальный и пусковой токи;
4. критическое скольжение.

Построить механическую характеристику двигателя.

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы

Потребляемая мощность асинхронного двигателя определяется по формуле

$$P_{\text{вход}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\eta_{\text{ном}}}.$$

Номинальный момент в ньютон-метрах ($\text{Н} \cdot \text{м}$) рассчитывается по формуле

- где $P_{\text{ном}}$ берется в кВт , а $n_{\text{ном}}$ в мин^{-1}

$$M_{\text{ном}} = 9550 \frac{P_{\text{ном}}}{n_{\text{ном}}},$$

или по формуле

$$M_{\text{ном}} = 9,55 \frac{P_{\text{ном}}}{n_{\text{ном}}},$$

- если $P_{\text{ном}}$ берется в Вт

Максимальный (критический) момент определяется из соотношения столбца 7 табл. 1

Пусковой момент определяется из соотношения столбца 8 табл. 1

Номинальный ток

$$I_{НОМ} = \frac{P_{1НОМ}}{\sqrt{3}U_{НОМ} \cos \varphi_{НОМ}}.$$

Здесь $P_{1НОМ}$ – номинальная мощность в Вт, $U_{НОМ}$ – номинальное напряжение в В.

Пусковой ток двигателя определяется из соотношения столбца 10 табл. 1

Критическое скольжение рассчитывается на основании формулы

Клосса $M = \frac{2M_{\max}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}}$. Подставив в формулу Клосса $M = M_{\max}$ и $S = S_{НОМ}$

и обозначив $\frac{M_{\max}}{M_{НОМ}} = \lambda$, получим выражение для определения критического скольжения:

$$S_{кр} = S_{НОМ} (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}).$$

Номинальное скольжение $S_{НОМ}$ определяется по формуле

$$S_{НОМ} = \frac{n_0 - n_{НОМ}}{n_0},$$

где n_0 – синхронная частота вращения магнитного поля статора, или частота вращения идеального холостого хода. Она определяется по формуле $n_0 = \frac{60f}{p}$, где $f = 50$ Гц – частота питающей сети, p – число пар полюсов асинхронного двигателя.

Построение механической характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором проводят по пяти точкам:

$$1) M = 0 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad n = n_0;$$

$$2) M = M_{HOM}; n = n_{HOM};$$

$$3) M = M_{MAX}; n = n_{MAX} = n_0 (1 - S_{KP});$$

$$4) M = M_{MIN} \text{ (определяется из соотношения столбца 9 табл. 1)}$$

$$n = n_{MIN}; n_{MIN} = n_0 / 7;$$

$$5) M = M_{ПУСК}; n = 0 \text{ мин}^{-1}.$$

Данные для задачи 1

Табл. 1

Вариант	$U_{ном},$ В	$P_{ном},$ Вт	$S_{ном},$ %	$\eta_{ном}$	$\cos\varphi$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{мин}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$	$n_{ном},$ мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	380	75	3,0	0,925	0,92	2,0	1,1	1,7	7,0	2955
2	380	55	3,0	0,925	0,92	2,0	1,1	0,8	7,0	2940
3	380	40	3,0	0,925	0,92	2,0	1,1	0,8	7,0	980
4	380	30	3,0	0,91	0,91	2,0	1,2	0,8	7,0	2930
5	380	22	3,0	0,90	0,90	2,0	1,2	0,8	7,0	2930
6	380	17	3,0	0,89	0,89	2,0	1,3	0,8	6,5	1450
7	380	13	3,0	0,865	0,89	2,0	1,3	0,8	6,5	2910
8	380	10	3,0	0,865	0,87	2,0	1,4	0,8	6,5	2910
9	220	100	2,5	0,915	0,92	2,2	1,2	1,0	6,5	2960
10	220	75	3,0	0,90	0,92	2,2	1,9	1,7	7,0	2955
11	220	55	3,0	0,90	0,92	2,2	1,9	0,8	7,0	1470
12	220	40	3,0	0,89	0,91	2,2	1,2	1,0	7,0	735
13	220	30	3,0	0,89	0,90	2,2	1,1	0,8	7,0	1450
14	220	22	3,5	0,88	0,90	2,2	1,1	0,8	6,5	1450
15	220	17	3,5	0,88	0,90	2,2	1,2	0,8	6,5	2920
16	220	13	3,5	0,88	0,88	2,2	1,5	0,8	6,5	1450
17	220	10	4,0	0,88	0,89	2,2	1,5	0,8	6,5	2910
18	220	7,5	3,5	0,87	0,89	2,2	1,6	1,0	7,0	2900
19	220	5,5	3,0	0,86	0,88	2,2	1,7	1,6	7,0	1450
20	220	4,0	2,0	0,855	0,89	2,2	1,7	1,0	7,0	2880
21	220	3,0	3,5	0,845	0,88	2,2	1,7	1,0	7,0	2880
22	220	2,2	4,5	0,83	0,89	2,2	1,8	1,0	7,0	2840

Табл. 1. Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23	220	11,5	4,5	0,805	0,88	2,2	1,8	1,6	6,5	1450
24	220	11	4,0	0,795	0,87	2,2	1,9	1,0	6,5	2900
25	220	0,8	3,0	0,78	0,86	2,2	1,9	1,0	6,5	2840
26	220	1,1	3,0	0,87	0,87	2,2	1,6	1,0	6,5	2880
27	220	1,5	3,0	0,81	0,85	2,6	1,2	1,0	6,5	2870
28	380	2,2	3,0	0,81	0,85	2,6	2,6	1,0	6,5	2840
29	220	3,0	3,0	0,845	0,88	2,6	1,2	1,0	7,0	2880
30	220	4,0	3,0	0,865	0,89	2,5	1,2	1,0	7,0	2880
31	380	5,5	3,5	0,85	0,855	2,5	1,5	1,6	7,0	1450
32	380	7,5	3,5	0,875	0,87	2,2	1,5	1,6	7,0	1450
33	380	22	3,5	0,89	0,91	3,0	1,5	0,8	6,5	970
34	220	30	3,0	0,89	0,915	3,0	1,8	0,8	6,5	980
35	220	37	3,0	0,89	0,91	3,0	1,8	0,8	6,5	980
36	380	45	3,0	0,89	0,915	2,3	1,8	1,0	6,5	980
37	380	55	3,0	0,89	0,91	2,4	1,6	1,0	6,5	980
38	380	75	3,5	0,85	0,875	2,4	1,6	1,5	7,0	1475
39	380	90	3,0	0,85	0,88	2,3	1,2	1,0	7,0	2960
40	220	22	3,0	0,89	0,915	2,1	1,2	0,8	7,0	735

Задача 2

Для двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением определить:

1. номинальный момент;
2. потребляемую двигателем мощность;
3. токи в цепях возбуждения и якоря;
4. сопротивление якоря и цепи возбуждения;
5. для значений тока якоря $I_{\text{я}} = 0,25I_{\text{яном}}; 0,5I_{\text{яном}}; 0,75I_{\text{яном}}; I_{\text{яном}}; 1,25I_{\text{яном}}$ определить:
 - 1) суммарную мощность потерь;
 - 2) КПД двигателя;
 - 3) момент на валу;
6. построить в общей системе координат зависимости $M = f_1(I_{\text{я}})$, $n = f_2(I_{\text{я}})$, $\eta = f_3(I_{\text{я}})$.

Методические указания

к выполнению расчетно-графической работы

Мощность потерь в обмотке возбуждения ΔP_B берется в процентах от потребляемой двигателем мощности.

Мощность потерь в цепи якоря $\Delta P_{\text{я}}$ берется в процентах от суммарной мощности потерь в электродвигателе.

Номинальный момент в ньютон-метрах ($\text{Н} \cdot \text{м}$) рассчитывается

$$M_{\text{ном}} = 9550 \frac{P_{\text{ном}}}{n_{\text{ном}}},$$

если $P_{\text{ном}}$ берется в кВт , или по формуле

$$M_{\text{ном}} = 9,55 \frac{P_{\text{ном}}}{n_{\text{ном}}}$$

если $P_{\text{ном}}$ берется в Вт .

Здесь $n_{\text{ном}}$ – номинальная частота вращения, мин^{-1} .

Мощность, потребляемая двигателем из сети

$$P_1 = \frac{P_{НОМ}}{\eta_{НОМ}}$$

Ток в цепи возбуждения

$$I_B = \frac{\Delta P_B}{U_{НОМ}}, \text{ где } \Delta P_B = \frac{\Delta P_B(\%)}{100} P_1$$

Ток якоря

$$I_{\text{я}} = I_1 - I_B = \frac{P_1 - \Delta P_B}{U_{НОМ}} - I_B.$$

Сопротивление цепей якоря и возбуждения определяются из выражений

$$R_B = \frac{U_{НОМ}}{I_B}; R_{\text{я}} = \frac{\Delta P_{\text{я}}}{I_{\text{я}}^2}$$

где $\Delta P_{\text{я}} = \frac{\Delta P_{\text{я}}(\%)}{100} \sum \Delta P$; $\sum \Delta P = P_1 - P_{НОМ}$ - суммарные потери электродвигателя.

Мощность P_1 , потребляемая двигателем из сети, суммарная мощность потерь $\sum \Delta P$, КПД двигателя η , момент на валу M_2 , частота вращения якоря n определяются по формулам:

$$P_1 = I_{\text{я}} U_{НОМ} + \Delta P_B;$$

$$\sum \Delta P = \Delta P_{МАГ} + \Delta P_{МЕХ} + \Delta P_B + \Delta P_{\text{я}}, \text{ где } \Delta P_{\text{я}} = R_{\text{я}} I_{\text{я}}^2$$

$$\Delta P_{МАГ} + \Delta P_{МЕХ} + \Delta P_B = \sum \Delta P - \Delta P_{\text{яНОМ}}, \text{ где } \Delta P_{\text{яНОМ}} = R_{\text{я}} I_{\text{яНОМ}}^2$$

$P_2 = P_1 - \sum \Delta P$, т.е. из значений P_1 в первой строке вычитаются значения $\sum \Delta P$ из второй строки.

$\eta = \frac{P_2}{P_1}$, значения P_2 из строки 4 делятся на соответствующие значения P_1

из первой строки.

Частота вращения определяется $n = n_{НОМ} \frac{U_{НОМ} - R_{\text{я}} I_{\text{я}}}{U_{НОМ} - R_{\text{я}} I_{\text{яНОМ}}}.$

Момент на валу $M_{НОМ} = 9550 \frac{P_2}{n_{НОМ}}.$

$I_{\text{ЯНОМ}}, \text{A}$ Параметр	$0,25 I_{\text{ЯНОМ}}$	$0,5 I_{\text{ЯНОМ}}$	$0,75 I_{\text{ЯНОМ}}$	$1,0 I_{\text{ЯНОМ}}$	$1,25 I_{\text{ЯНОМ}}$
$P_1, \text{кВт}$					
$\Sigma \Delta P, \text{кВт}$					
$P_2, \text{кВт}$					
η					
$n, \text{мин}^{-1}$					
$M_2, \text{Н} \cdot \text{м}$					

Данные для задачи 2

Табл.2

Номер варианта	U _{ном} , В	P _{ном} , кВт	n _{ном} , мин ⁻¹	η _{ном}	ΔP _в , %	ΔP _я , %
1	2	3	4	5	6	7
1	110	8,0	1000	0,825	4	50
2	110	15,0	1000	0,83	3	50
3	110	26,0	1000	0,825	4	50
4	110	37	1000	0,84	2	50
5	220	7,1	750	0,80	2	50
6	220	10,0	750	0,80	2	50
7	220	18,5	750	0,81	3	50
8	220	30,0	750	0,805	4	50
9	220	42,0	750	0,81	4	50
10	110	56,0	1000	0,80	3	50
11	110	8,5	1000	0,81	3	50
12	110	11,0	1000	0,81	2	50
13	440	6,3	1500	0,84	2	50
14	440	10,0	1500	0,83	4	50
15	440	14,0	1500	0,83	2	50
16	440	17,0	1500	0,83	2	50
17	440	7,5	2200	0,82	4	50
18	440	16,0	2200	0,82	3	50
19	440	20,0	2200	0,89	4	50
20	440	10,0	2200	0,89	3	50
21	440	14,0	2200	0,82	3	50
22	440	18,5	2200	0,89	4	50
23	440	25,0	2200	0,89	3	50
24	440	32,0	2200	0,825	4	50
25	110	11,0	1000	0,83	4	50
26	220	11,0	750	0,83	2	50
27	220	8,0	750	0,83	2	50
28	220	15,0	750	0,825	3	50
29	220	26,0	750	0,825	3	50
30	220	37,0	750	0,82	4	50
31	110	7,1	1000	0,81	2	50
32	110	10,0	1000	0,805	3	50
33	110	18,5	1000	0,805	4	50
34	110	30,0	1000	0,805	3	50
35	110	42,0	1000	0,82	3	50
36	220	6,3	850	0,82	2	50
37	220	10,0	750	0,825	2	50
38	220	14,0	750	0,83	2	50
39	22	17,0	750	0,82	4	50
40	110	10,0	1000	0,885	4	50

Теоретический вопрос

1. Асинхронные двигатели (АД). Конструкция. Принцип работы.
2. Схема замещения АД. Векторная диаграмма. Основные уравнения.
3. Энергетические соотношения при работе АД. Энергетическая диаграмма.
4. Электромагнитный момент АД. Механическая характеристика. Статическая устойчивость работы АД.
5. Способы пуска АД с короткозамкнутым ротором. Способы снижения пусковых токов.
6. Способы торможения АД с короткозамкнутым ротором.
7. Реакция АД на изменение питающего напряжения статора.
8. Влияние частоты питающей сети на работу АД.
9. Регулирование частоты вращения АД путем изменения числа пар полюсов.
10. Аварийные режимы в трехфазных сетях переменного тока. Устройства защиты: контактор, магнитный пускатель, тепловое реле, плавкий предохранитель, УВТЗ, ФУЗ, ЗОУ.
11. Защита АД от токов перегрузки, короткого замыкания и изменения питающего напряжения. Причины, вызывающие появление токов перегрузки и токов короткого замыкания.
12. Плавкие предохранители. Устройство, принцип работы, технические характеристики, особенности применения в схемах с различными видами нагрузки.
13. Расчет параметров и выбор устройств защиты (плавких предохранителей, магнитных пускателей, тепловых реле, УВТЗ, автоматических выключателей).
14. Синхронные машины. Конструкция синхронного генератора. Принцип работы. Реакция якоря.
15. Работа синхронного генератора на автономную нагрузку. Синхронизация.

16. Синхронные двигатели. Пуск синхронных двигателей. Рабочие характеристики. Применение.
17. Однофазные асинхронные двигатели. Конструкция. Принцип действия. Фазосмещающие элементы.
18. Конденсаторные (двухфазные) асинхронные двигатели. Конструкция. Принцип работы. Включение в трехфазную сеть.
19. Условия получения в электрических машинах кругового вращающегося, эллиптического, пульсирующего магнитных полей.
20. Сравнительный анализ технических характеристик однофазного и двухфазного асинхронных двигателей.
21. Однофазный АД с экранированными полюсами. Конструкция. Принцип работы. Применение.
22. Исполнительные коллекторные двигатели. Конструкция. Принцип работы. Применение.
23. Вращающиеся трансформаторы. Сельсины. Шаговые двигатели. Конструкция. Принцип работы. Применение.
24. Двигатели постоянного тока (ДТП). Конструкция. Принцип работы. Способы возбуждения ДТП.
25. Коммутация в машинах постоянного тока. Реакция якоря. Способы уменьшения влияния реакции якоря.
26. Энергетические соотношения при работе ДТП. Энергетическая диаграмма.
27. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения. Способы регулирования частоты вращения.
28. Электропривод. Классификация. Статические, динамические моменты. Нагрузочная диаграмма. Режимы работы двигателей.
29. Методика расчета и выбора мощности двигателя при различных работах.
30. Механика и динамика электропривода. Уравнения движения. Электромеханические характеристики.
31. Регулирование скорости электроприводов переменного тока.

32. Регулирование скорости электроприводов постоянного тока.
33. Управление трехфазными АД.
34. Управление синхронными двигателями.
35. Управление двигателями постоянного тока.
36. Особенности работы электрооборудования на мобильном транспорте.
37. Электропривод мобильных машин и установок.
38. Электропривод подъемно - транспортных механизмов.
39. Электропривод металлообрабатывающих, токарных станков.
40. Электропривод автоматизированных обкаточно-тормозных стендов.

Выбор варианта

Выбор варианта контрольной работы производится по двум последним цифрам зачетной книжки. Первое число в варианте – номер первой задачи, второе число – номер второй задачи, последнее число в варианте – номер теоретического вопроса. Варианты заданий контрольной работы приведены в табл. 3.

Варианты заданий

Табл. 3

предпоследняя цифра последняя цифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1, 10, 22	2, 11, 23	3, 12, 24	4, 13, 25	5, 14, 26	6, 15, 27	7, 16, 28	8, 17, 29	9, 18, 30	10, 19, 31
2	11, 20, 32	12, 21, 33	13, 22, 34	14, 23, 35	15, 24, 36	16, 25, 37	17, 26, 38	18, 27, 39	19, 28, 40	20, 29, 1
3	21, 30, 2	22, 31, 3	23, 32, 4	24, 33, 5	25, 34, 6	26, 35, 7	27, 36, 8	28, 37, 9	29, 38, 10	30, 39, 11
4	31, 40, 12	32, 1, 13	33, 2, 14	34, 3, 15	35, 4, 16	36, 5, 17	37, 6, 18	38, 7, 19	39, 8, 20	40, 9, 21
5	31, 40, 12	32, 1, 13	33, 2, 14	34, 3, 15	35, 4, 16	36, 5, 17	37, 6, 18	38, 7, 19	39, 8, 20	40, 9, 21
6	21, 30, 2	22, 31, 3	23, 32, 4	24, 33, 5	25, 34, 6	26, 35, 7	27, 36, 8	28, 37, 9	29, 38, 10	30, 39, 11
7	11, 20, 32	12, 21, 33	13, 22, 34	14, 23, 35	15, 24, 36	16, 25, 37	17, 26, 38	18, 27, 39	19, 28, 40	20, 29, 1
8	31, 40, 12	32, 1, 13	33, 2, 14	34, 3, 15	35, 4, 16	36, 5, 17	37, 6, 18	38, 7, 19	39, 8, 20	40, 9, 21
9	1, 10, 22	2, 11, 23	3, 12, 24	4, 13, 25	5, 14, 26	6, 15, 27	7, 16, 28	8, 17, 29	9, 18, 30	10, 19, 31
0	21, 30, 2	22, 31, 3	23, 32, 4	24, 33, 5	25, 34, 6	26, 35, 7	27, 36, 8	28, 37, 9	29, 38, 10	30, 39, 11