

Контрольная работа №1 по предмету «Электротехника и электроника»

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Студент-заочник, приступая к самостоятельному изучению дисциплины «Электротехника и электроника» должен подробно ознакомиться с содержанием настоящего пособия и руководствоваться им в работе.

Учебный материал изучают в последовательности, указанной в программе. После проработки каждой темы следует законспектировать основные понятия, законы и формулы в отдельной тетради. Если возникают трудности при изучении учебного материала, следует обратиться за консультацией к преподавателю. Особое внимание нужно уделить решению типовых примеров в настоящем пособии.

УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

По дисциплине «Электротехника и электроника» должны быть выполнены 2 контрольные работы. Варианты для каждого студента индивидуальные.

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради в клеточку. Для замечаний рецензенте оставляет в тетради поля 25-30 мм, в конце тетради - 2 страницы для рецензии. Записи и расчёты выполняют аккуратно, чертежи и схемы выполняют карандашом с помощью чертёжного инструмента, соблюдая ЕСКД.

Размерность всех величин должна соответствовать Международной системе единиц (СИ).

Рекомендуется следующий порядок решения задач:

1. Полностью записать условие задачи.
2. Выписать из условия данные в виде условных обозначений и их цифровые значения.

Начертить принципиальную электрическую схему.

4. Решение выполнить, номеруя каждый пункт с поясняющим текстом.

5. В конце задачи записать ответ.

Ответы на теоретические вопросы к задачам должны быть подробными и грамотными.

В конце работы пишут список литературы, которая была использована при выполнении контрольной работы.

После получения зачётной работы следует изучить все поправки и замечания преподавателя и исправить ошибки, выполнив необходимые записи на оставшихся чистых листах тетради, озаглавив их «Работа над ошибками».

Если работа не зачтена, её выполняют заново по варианту, указанному преподавателем. В этом случае на проверку передаются обе работы: незачётная и выполненная заново. Неаккуратное выполнение контрольной работы, несоблюдение принятой размерности и плохое выполнение чертежей и схем могут послужить причиной возвращения её для переделки.

В случае возникновения затруднений при выполнении контрольной работы студент может обратиться в техникум для получения письменной или устной консультации.

Лабораторные работы выполняют в период экзаменационно - лабораторной сессии. К этим работам студенты допускаются после сдачи всех контрольных работ. По каждой лабораторной работе составляется отчёт по установленной форме.

Сдача экзамена разрешается студентам, получившим положительные оценки по всем контрольным работам и имеющим зачет по лабораторным работам.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1

В контрольную работу входит материал по разделу 1 «Электротехника» по темам: «Электрические цепи постоянного тока», «Электрические цепи однофазного синусоидального тока», «Электрические цепи трёхфазного синусоидального тока», «Электрические машины постоянного тока», «Электрические машины переменного тока». Контрольная работа включает в себя 5 задач.

Методические указания к решению задачи 1

Решение задачи требует знаний закона Ома для всей цепи и ее участков, законов Кирхгофа, методики определения эквивалентного сопротивления цепи при смешанном соединении резисторов, а также умения вычислять мощность и работу электрического тока. Перед решением задачи рассмотрите типовой пример 1.

Пример 1. Для схемы, приведенной на рис. 1, а, определить эквивалентное сопротивление цепи R_{AB} и токи в каждом резисторе, а также расход электроэнергии цепью за 8 ч работы.

Решение. Задача относится к теме «Электрические цепи постоянного тока». Проводим поэтапное решение, предварительно обозначив стрелкой ток в каждом резисторе; индекс тока должен соответствовать номеру резистора, по которому он проходит.

1. Определяем общее сопротивление разветвления R_{CD} , учитывая, что резисторы R_3 и R_4 соединены последовательно между собой, а с резистором R_5 – параллельно: $R_{CD} = (R_3 + R_4)R_5 / (R_3 + R_4 + R_5) = (10 + 5) \cdot 10 / (10 + 5 + 10) = 6$ Ом (рис. 2, б).

2. Определяем общее сопротивление цепи относительно вводов СЕ. Резисторы R_{CD} и R_2 включены параллельно, поэтому $R_{CE} = R_{CD}R_2 / (R_{CD} + R_2) = 6 \cdot 3 / (6 + 3) = 2$ Ом (рис. 2, в).

3. Находим эквивалентное сопротивление всей цепи: $R_{AB} = R_1 + R_{CE} = 8 + 2 = 10$ Ом (рис. 2, г).

4. Определяем токи в резисторах цепи. Так как напряжение U_{AB} приложено ко всей цепи, а $R_{AB} = 10$ Ом, то согласно закону Ома $I_1 = U_{AB} / R_{AB} = 150 / 10 = 15$ А.

Внимание! Нельзя последнюю формулу писать в виде $I_1 = U_{AB} / R_1$, так как U_{AB} приложено ко всей цепи, а не к участку R_1 .

Для определения тока I_1 находим напряжение на резисторе R_2 , т. е. U_{CE} . Очевидно, U_{CE} меньше U_{AB} на потерю напряжения в резисторе R_1 , т. е. $U_{CE} = U_{AB} - I_1 R_1 = 150 - 15 \cdot 8 = 30$ В. Тогда $I_2 = U_{CE} / R_2 = 30 / 3 = 10$ А. Так как $U_{CE} = U_{CD}$, то можно определить токи $I_{3,4}$ и I_5 : $I_{3,4} = U_{CD} / (R_3 + R_4) = 30 / (10 + 5) = 2$ А; $I_5 = U_{CD} / R_5 = 30 / 10 = 3$ А.

На основании первого закона Кирхгофа, записанного для узла С, проверим правильность определения токов:

$$I_1 = I_2 + I_{3,4} + I_5, \text{ или } 15 = 10 + 2 + 3 = 15 \text{ А.}$$

Контрольная работа №1 по предмету «Электротехника и электроника»

5. Расход энергии цепью за восемь часов работы:

$$W = Pt = U_{AB} I_1 t = 150 \cdot 15 \cdot 8 = 18\,000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 18 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Пусть в схеме примера 1 известны сопротивления всех резисторов, а вместо напряжения U_{AB} задан один из токов, например $I_2 = 2 \text{ А}$. Найти остальные токи и напряжение U_{AB} . Зная I_2 , определяем $U_{CE} = I_2 R_2 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ В}$. Так как $U_{CE} = U_{CD}$, то

$$I_{3,4} = U_{CD} / (R_3 + R_4) = 6 / (10 + 5) = 0,4 \text{ А};$$

$$I_5 = U_{CD} / R_5 = 6 / 10 = 0,6 \text{ А}.$$

На основании первого закона Кирхгофа $I_1 = I_2 + I_{3,4} + I_5 = 2 + 0,4 + 0,6 = 3 \text{ А}$. Тогда $U_{AB} = U_{CE} + I_1 R_1 = 6 + 3 \cdot 8 = 30 \text{ В}$.

При расплавлении предохранителя Пр₅ резистор R_5 выключается и схема принимает вид, показанный на рис. 2, д. Вычисляем эквивалентное сопротивление схемы: $R'_{AB} = R_1 + (R_3 + R_4) R_2 / (R_3 + R_4 + R_2) = 8 + (10 + 5) \cdot 3 / (10 + 5 + 3) = 10,5 \text{ Ом}$. Так как напряжение U_{AB} остаётся неизменным, находим ток $I_1 = U_{AB} / R'_{AB} = 150 / 10,5 = 14,28 \text{ А}$. Напряжение $U_{CE} = U_{AB} - I_1 R_1 = 150 - 14,28 \cdot 8 = 35,75 \text{ В}$.

$I_2 = U_{CE} / R_2 = 35,75 / 3 = 11,9 \text{ А}; I_{3,4} = U_{CE} / R_{3,4} = 35,75 / (10 + 5) = 2,38 \text{ А}$.

Сумма этих токов равна току I_1 : $11,9 + 2,38 = 14,28 \text{ А}$.

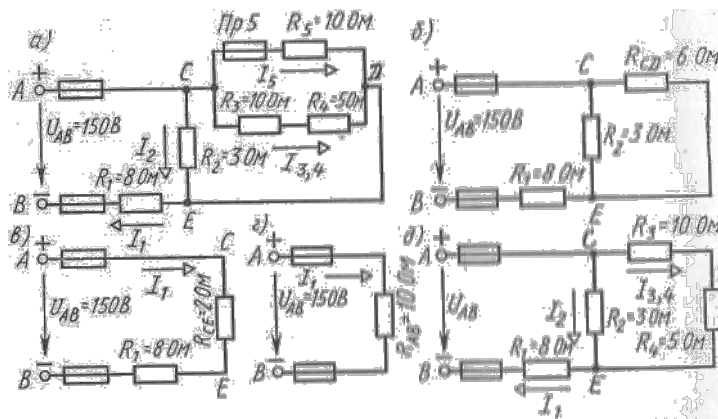


Рис.1

Методические указания к решению задачи 2

Эта задача относится к неразветвленным цепям переменного тока. Перед её решением изучите материал темы «Электрические цепи однофазного синусоидального тока», ознакомьтесь с методикой построения векторных диаграмм и разберите решение примера 2.

Пример 2. Неразветвленная цепь переменного тока содержит катушку с активным сопротивлением $R_k = 3 \text{ Ом}$ и индуктивным $x_L = 12 \text{ Ом}$, активное сопротивление $R = 5 \text{ Ом}$ и конденсатор с сопротивлением $x_C = 6 \text{ Ом}$ (рис. 2, а). К цепи приложено напряжение $U = 100 \text{ В}$ (действующее значение). Определить: 1) полное сопротивление цепи; 2) ток; 3) коэффициент мощности; 4) активную, реактивную и полную мощности; 5) напряжение на каждом сопротивлении. Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

Решение. 1. Определяем полное сопротивление цепи:

$$Z = \sqrt{(R_k + R)^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{(3 + 5)^2 + (12 - 6)^2} = 10 \text{ Ом}.$$

2. Определяем ток цепи

Контрольная работа №1 по предмету «Электротехника и электроника»

$$I = U/Z = 100/10 = 10 \text{ A.}$$

3. Находим коэффициент мощности цепи. Во избежание потери знака угла (косинус - функция четная) определяем $\sin \varphi$: $\sin \varphi = (x_L - x_C)/Z = (12 - 6)/10 = 0,6$; $\varphi = 36^\circ 50'$. По таблицам Брадиса определяем коэффициент мощности $\cos \varphi = \cos 36^\circ 50' = 0,8$.

4. Определяем активную, реактивную и полную мощности цепи:

$$P = U I \cos \varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0,8 = 800 \text{ Вт или } P = I^2(R_K + R) = 10^2(3+5) = 800 \text{ Вт};$$
$$Q = I(x_L - x_C) = 10^2(12 - 6) = 600 \text{ вар или } Q = U I \sin \varphi = 1000 \cdot 10 \cdot 0,6 = 600 \text{ вар};$$
$$S = UI = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ В}\cdot\text{А или } S = I^2Z = 10^2 \cdot 10 = 1000 \text{ В}\cdot\text{А или } S = \sqrt{P + Q^2} = \sqrt{800^2 + 600^2} = 1000 \text{ В}\cdot\text{А}.$$

5. Определяем падения напряжения на сопротивлениях цепи:
 $U_{R_K} = 10 \cdot 3 = 30 \text{ В}$; $U_L = Ix_L = 10 \cdot 12 = 120 \text{ В}$; $U_R = IR = 10 \cdot 5 = 50 \text{ В}$; $U_C = Ix_C = 10 \cdot 6 = 60 \text{ В}$.

Построение векторной диаграммы начинаем с выбора масштаба для тока и напряжения. Задаемся масштабом по току: в 1 см - 2,0 А и масштабом по напряжению: в 1 см - 20 В. Построение векторной диаграммы (рис. 2, б) начинаем с вектора тока, который откладываем по горизонтали в масштабе $10 \text{ А} / 2 \text{ А/см} = 5 \text{ см}$.

Вдоль вектора тока откладываем векторы падений напряжения на активных сопротивлениях U_{R_K} и U_R : $30 \text{ В} / 20 \text{ В/см} = 1,5 \text{ см}$; $50 \text{ В} / 20 \text{ В/см} = 2,5 \text{ см}$.

Из конца вектора U_R откладываем в сторону опережения вектора тока на 90° вектор падения напряжения U_L на индуктивном сопротивлении длиной $120 \text{ В} / 20 \text{ В/см} = 6 \text{ см}$. Из конца вектора U_L откладываем в сторону отставания от вектора тока на 90° вектор падения напряжения на конденсаторе U_C длиной $60 \text{ В} / 20 \text{ В/см} = 3 \text{ см}$. Геометрическая сумма векторов U_{R_K} , U_R , U_L , U_C равна полному напряжению, приложенному к цепи.

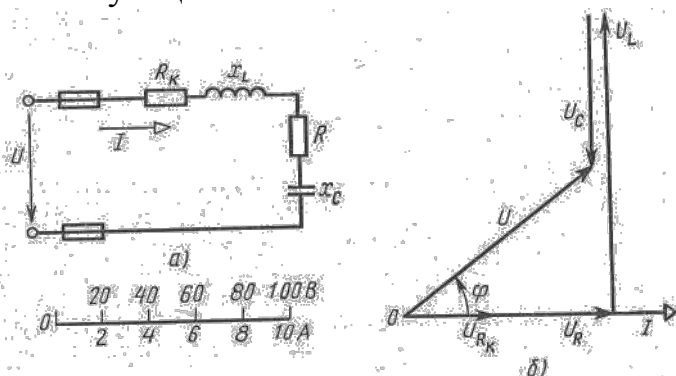


Рис 2

Методические указания к решению задачи 3

Решение этой задачи требует знания учебного материала темы «Электрические цепи трёхфазного синусоидального тока», представления об особенностях соединения источников и потребителей в звезду и треугольник, соотношениях между линейными и фазными напряжениями и токами при таких соединенных, умения строить векторные диаграммы при симметричной и несимметричной нагрузках, а также в аварийных режимах. Для пояснения методики решения задач на трехфазные цепи приведены примеры 3 - 4 с подробными решениями.

Контрольная работа №1 по предмету «Электротехника и электроника»

Пример 3. В четырехпроводную сеть включена несимметричная нагрузка, соединенная в звезду (рис. 3, а). Линейное напряжение сети $U_{\text{ном}} = 380$ В. Определить токи в фазах и начертить векторную диаграмму цепи в нормальном режиме и при отключении автомата в линейном проводе А. Из векторных диаграмм графически найти ток в нулевом проводе в обоих случаях.

Решение. Определяем:

1. Фазное напряжение

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

2. Токи в фазах

$$I_A = U_{\phi} / Z_A = U_{\phi} / \sqrt{R_A^2 + X_A^2} = 220 / \sqrt{8^2 + 6^2} = 22 \text{ А;}$$

$$I_B = U_{\phi} / \sqrt{R_B^2 + X_B^2} = 220 / \sqrt{3^2 + 4^2} = 44 \text{ А;}$$

$$I_C = U_{\phi} / Z_C = 220 / 11 = 22 \text{ А.}$$

3. Углы сдвига фаз в каждой фазе:

$$\sin \varphi_A = X_A / Z_A = -6 / \sqrt{8^2 + 6^2} = -0,6; \varphi_A = -36^{\circ}50';$$

$$\sin \varphi_B = X_B / Z_B = 4 / \sqrt{3^2 + 4^2} = 0,8;$$

$\varphi_B = 53^{\circ}10'$; $\varphi_C = 0$, так как в фазе С есть только активное сопротивление.

4. Для построения векторной диаграммы выбираем масштабы потоку: 1 см - 10 А и напряжению: 1 см - 40 В. Построение диаграммы начинаем с векторов фазных напряжений U_A , U_B , U_C (рис. 3, б), располагая их под углом 120° друг относительно друга. Чередование фаз обычное: за фазой А — фаза В, за фазой В — фаза С. В фазе А угол сдвига φ_A отрицательный, т. е. ток I_A опережает фазное напряжение U_A на угол $\varphi_A = -36^{\circ}50'$. Длина вектора тока I_A в принятом масштабе составит $22/10 = 2,2$ см, а длина вектора фазного напряжения U_A - $220/40 = 5,5$ см. В фазе В угол сдвига $\varphi_B > 0$, т. е. ток отстает от фазного напряжения U_B на угол $\varphi_B = 53^{\circ}10'$; длина вектора тока I_B равна $44/10 = 4,4$ см. В фазе С ток и напряжение U_C совпадают по фазе, так как $\varphi_C = 0$. Длина вектора тока I_C составляет $22/10 = 2,2$ см.

Ток в нулевом проводе I_0 равен геометрической сумме трех фазных токов. Измеряя длину вектора тока I_0 , получаем в нормальном режиме 4,5 см, поэтому $I_0 = 45$ А. Векторы линейных напряжений на диаграмме не показаны, чтобы не усложнять чертеж.

5. При отключении линейного автомата в фазе А на векторной диаграмме остаются фазные напряжения U_B и U_C и продолжают протекать в этих фазах, токи I_B и I_C . Ток $I_A = 0$. Поэтому ток в нулевом проводе I'_0 равен геометрической сумме токов фаз В и С (рис. 3, б). Измеряя длину вектора тока I'_0 , получаем 5,5 см, или 55 А.

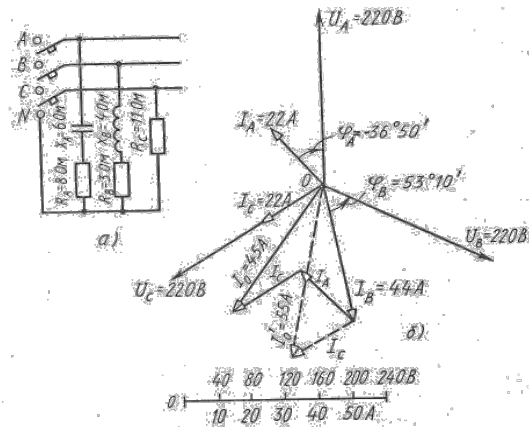


Рис. 3

Пример 4. В трехфазную сеть включили треугольником несимметричную нагрузку (рис 4, а): в фазу АВ - активное сопротивление $R_{AB} = 10 \text{ Ом}$; в фазу ВС - индуктивное сопротивление $x_{BC} = 6 \text{ Ом}$ и активное $R_{BC} = 8 \text{ Ом}$; в фазу СА – активное сопротивление $R_{CA} = 5 \text{ Ом}$. Линейное напряжение сети $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$. Определить фазные токи и начертить векторную диаграмму цепи, из которой графически найти линейные токи в следующих случаях: 1) в нормальном режиме; 2) при аварийном отключении линейного провода А; 3) при аварийном отключении фазы АВ.

Решение 1. Нормальный режим. Определяем фазные токи: $I_{AB} = U_{\text{ном}}/R_{AB} = 220/10 = 22 \text{ А}$; $I_{BC} = U_{\text{ном}}/Z_{BC} = U_{\text{ном}}/\sqrt{R_{BC}^2+x_{BC}^2} = 220/\sqrt{8^2+6^2} = 22 \text{ А}$; $I_{CA} = U_{\text{ном}}/R_{CA} = 220/5 = 44 \text{ А}$. Вычисляем углы сдвига фаз в каждой фазе: $\varphi_{AB} = 0$; $\varphi_{BC} = x_{BC}/Z_{BC} = 6/\sqrt{8^2+6^2} = 0,6$; $\varphi_{BC} = 36^\circ 50'$; $\varphi_{CA} = 0$.

Для построения векторной диаграммы выбираем масштаб по току: 1 см – 10 А и напряжению: 1 см - 40 В. Затем в принятом масштабе откладываем векторы фазных (они же линейные) напряжений U_{AB} ,

U_{BC} , U_{CA} под углом 120° друг относительно друга (рис. 4, б). Затем откладываем векторы фазных токов: ток в фазе АВ совпадает с напряжением U_{AB} ; в фазе ВС ток отстает от напряжения U_{BC} на угол $\varphi_{BC} = 36^\circ 50'$; ток в фазе СА совпадает с напряжением U_{CA} . Затем строим векторы линейных токов на основании известных уравнений: $I_A = I_{AB} + (-I_{CA})$; $I_B = I_{BC} + (-I_{AB})$; $I_C = I_{CA} + (-I_{BC})$. Измеряя длины векторов линейных токов и пользуясь масштабом, находим их значение: $I_A = 55 \text{ А}$; $I_B = 43 \text{ А}$; $I_C = 48 \text{ А}$.

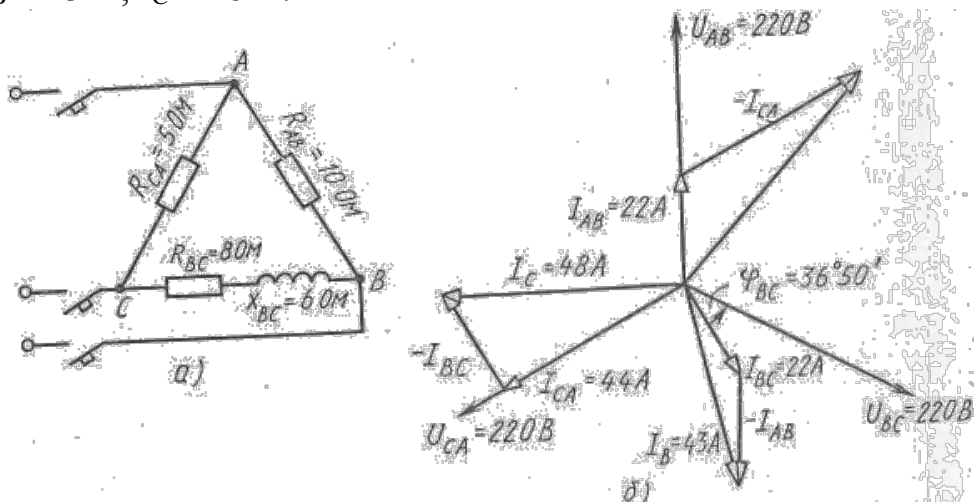


Рис. 4

Методические указания к решению задачи 4

Задача 4 относится к машинам постоянного тока. Для её решения необходимо изучить материал темы «Электрические машины постоянного тока» и ознакомиться с примерами 5,6.

Необходимо отчетливо представлять связь между напряжением на вводах U , ЭДС E и падением напряжения $I_a R_a$ в обмотке якоря генератора и двигателя.

Для генератора $E = U + I_a R_a$; для двигателя $U = E + I_a R_a$.

Полезный или номинальный момент (на валу), Н·м:

$$M_{\text{НОМ}} = P_{\text{НОМ}} / \omega_{\text{НОМ}} = P_{\text{НОМ}} 60 / 2\pi n_{\text{НОМ}} = 9,55 P_{\text{НОМ}} / n_{\text{НОМ}}$$

Пример 5. Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением развивает на выводах номинальное напряжение $U_{\text{НОМ}} = 220$ В и нагружен на сопротивление $R_{\text{н}} = 2,2$ Ом. Сопротивления обмотки якоря $R_a = 0,1$ Ом и обмотки возбуждения $R_b = 110$ Ом. КПД генератора $\eta_{\text{Г}} = 0,88$. Определить: 1) токи в нагрузке $I_{\text{н}}$, обмотках якоря I_a и возбуждения I_b ; 2) ЭДС генератора E ; 3) полезную мощность P_2 и потребляемую P_1 ; 4) суммарные потери в генераторе Σp ; 5) электромагнитную мощность $P_{\text{ЭМ}}$; 6) электрические потери в обмотках якоря p_a и возбуждения p_b .

Решение. 1. Токи в нагрузке, обмотках возбуждения и якоря: $I_{\text{н}} = U_{\text{НОМ}} / R_{\text{н}} = 220 / 2,2 = 100$ А; $I_b = U_{\text{НОМ}} / R_b = 220 / 110 = 2$ А; $I_a = I_{\text{н}} + I_b = 100 + 2 = 102$ А.

2. ЭДС генератора $E = U_{\text{НОМ}} + I_a R_a = 220 + 102 \cdot 0,1 = 230,2$ В.

3. Полезная и потребляемая мощности: $P_2 = U_{\text{НОМ}} I_{\text{н}} = 220 \cdot 100 = 22\,000$ Вт = 22 кВт; $P_1 = P_2 / \eta_{\text{Г}} = 22 / 0,88 = 25$ кВт.

4. Суммарные потери в генераторе

$$\Sigma p = P_1 - P_2 = 25 - 22 = 3 \text{ кВт.}$$

5. Электромагнитная мощность

$$P_{\text{ЭМ}} = E I_a = 230,2 \cdot 102 = 23480,4 \text{ Вт} = 23,48 \text{ кВт.}$$

Пример 6. Двигатель с параллельным возбуждением питается от сети напряжением $U_{\text{НОМ}} = 220$ В. Якорь вращается с частотой $n = 1450$ об/мин. Потребляемый ток $I = 480$ А, противо-ЭДС в обмотке якоря $E = 200$ В, сопротивление обмотки возбуждения $R_a = 44$ Ом. Определить: 1) ток якоря I_a ; 2) сопротивление обмотки якоря R_a ; 3) полезную мощность двигателя (на валу) P_2 ; 4) полезный вращающий момент M , если КПД двигателя $\eta_{\text{ДВ}} = 0,89$.

Решение. 1. Ток возбуждения

$$I_b = U_{\text{НОМ}} / R_b = 220 / 44 = 5 \text{ А.}$$

2. Ток якоря

$$I_a = I - I_b = 480 - 5 = 475 \text{ А.}$$

3. Сопротивление обмотки якоря находим из формулы (4-4) учебника [3]:

$I_a = (U_{\text{НОМ}} - E) / R_a$; отсюда

$$R_a = (U_{\text{НОМ}} - E) / I_a = (220 - 200) / 475 = 0,042 \text{ Ом.}$$

4. Потребляемая мощность

$$P = U_{\text{НОМ}} I = 220 \cdot 480 \cdot 10^{-3} = 105,5 \text{ кВт.}$$

5. Полезная мощность (на валу)

$$P_2 = P \eta_{\text{ДВ}} = 105,5 \cdot 0,89 = 94 \text{ кВт.}$$

Контрольная работа №1 по предмету «Электротехника и электроника»

6. Полезный вращающий момент (на валу)

$$M = 9550P_2/n = 9550 \cdot 94/1450 = 620 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Методические указания к решению задачи 5

Задача этой группы относится к теме «Электрические машины переменного тока». Для её решения необходимо знать устройство и принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором и зависимости между электрическими величинами, характеризующими его работу. Необходимо ознакомиться с рядом возможных синхронных частот вращения магнитного потока при частоте тока 50 Гц: 3000, 1500, 1000, 750, 600 об/мин и т.д. Поэтому при частоте вращения ротора, например, $n_2 = 980$ об/мин поле может иметь только $n_1 = 1000$ об/мин (ближайшая к 980 об/мин из ряда синхронных частот вращения) и можно сразу определить скольжение, даже не зная числа пар полюсов: $s = (n_1 - n_2)/n_1 = (1000 - 980)/1000 = 0,02$.

В настоящее время промышленность выпускает асинхронные двигатели серии 4А мощностью от 0,06 до 400 кВт (табл. 1). Обозначение типа двигателя расшифровывается так: А - асинхронный; 4 - номер серии; Х - алюминиевая оболочка и чугунные щиты (отсутствие буквы Х означает, что корпус полностью выполнен из чугуна); В - двигатель встроен в оборудование; Н - исполнение защищенное IP23; для закрытых двигателей исполнения IP44 буквы Н нет; Р - двигатель с повышенным пусковым моментом; С - сельскохозяйственного назначения; цифра после буквенного обозначения показывает высоту оси вращения в мм; буквы S, M, L после цифр дают установочные размеры по длине корпуса (S - самая короткая станина; M - промежуточная; L - самая длинная); цифра после установочного размера - число полюсов; У - климатическое исполнение (для умеренного климата); последняя цифра показывает категорию размещения (1 - для работы на открытом воздухе, 3 — для закрытых неотапливаемых помещений). В обозначении типов двухскоростных двигателей после установленного размера указывают через дробь оба числа полюсов, например 4А160М8/4У3. Здесь 8 и 4 означают, что обмотки статора могут переключаться так, что в двигателе образуются 8 и 4 полюса.

Пример 7. Расшифровать условное обозначение двигателя АР180М4У3. Это двигатель четвертой серии, асинхронный, с повышенным пусковым моментом, корпус полностью чугунный (нет буквы Х), высота оси вращения 180 мм; размеры корпуса по длине М (промежуточный), четырехполюсный для умеренного климата, третья категория размещения.

Пример 8. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором типа 4А250S4У3 имеет номинальные данные (табл. 1) мощность $P_{ном} = 75$ кВт, напряжение $U_{ном} = 380$ В; частота вращения ротора $n_2 = 1480$ об/мин; КПД $\eta_{ном} = 0,93$; коэффициент мощности $\cos \varphi_{ном} = 0,87$; кратность пускового тока $I_{пуск}/I_{ном} = 7,5$; кратность пускового момента $M_{пуск}/M_{ном} = 1,2$; способность к перегрузке $M_{max}/M_{ном} = 2,2$. Частота тока в сети $f_a = 50$ Гц. Определить: 1)

Контрольная работа №1 по предмету «Электротехника и электроника»

потребляемую мощность; 2) номинальный, пусковой и максимальный моменты; 3) номинальный и пусковой токи; 4) номинальное скольжение; 5) суммарные потери в двигателе; 6) частоту тока в роторе.

Р е ш е н и е . 1. Мощность, потребляемая из сети,

$$P_1 = P_{\text{ном}} / \eta_{\text{ном}} = 75 / 0,93 = 80,6 \text{ кВт.}$$

2. Номинальный момент, развиваемый двигателем,

$$M = 9550 P_{\text{ном}} / n_2 = 9550 \cdot 75 / 1480 = 484 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

3. Пусковой и максимальный моменты:

$$M_{\text{пуск}} = 1,2 M_{\text{ном}} = 1,2 \cdot 484 = 581 \text{ Н}\cdot\text{м}; M_{\text{max}} = 2,2 \cdot 484 = 1064,8 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

4. Номинальный и пусковой токи:

$$I_{\text{ном}} = P_{\text{ном}} 1000 / (\sqrt{3} U_{\text{ном}} \eta_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{ном}}) = 75 \cdot 1000 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,93 \cdot 0,87) = 141 \text{ А};$$

$$I_{\text{пуск}} = 7,5 I_{\text{ном}} = 7,5 \cdot 141 = 1057,5 \text{ А.}$$

5. Номинальное скольжение

$$s_{\text{ном}} = (n_1 - n_2) / n_1 = (1500 - 1480) / 1500 = 0,013.$$

6. Суммарные потери в двигателе

$$\Sigma p = P_1 - P_{\text{ном}} = 80,6 - 75 = 5,6 \text{ кВт.}$$

7. Частота тока в роторе

$$f_2 = f_1 s = 50 \cdot 0,013 = 0,65 \text{ Гц.}$$

Контрольная работа №1 по предмету «Электротехника и электроника»

Таблица 1 - номинальные данные АД

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$, кВт	n_2 , об/мин	$\cos \Phi_{\text{ном}}$	$I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$	$M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$	$M_{\text{max}}/M_{\text{ном}}$	$\eta_{\text{ном}}$
4A100S2Y3	4	2880	0,89	7,5	2,0	2,2	0,86
A4100L2Y3	5,5	2880	0,91	7,5	2,0	2,2	0,87
4A112M2CY3	7,5	2900	0,88	7,5	2,0	2,2	0,87
4A132M2CY3	11	2900	0,9	7,5	1,6	2,2	0,88
4A80A4Y3	1,1	1400	0,81	5,0	2,0	2,2	0,85
4A90L4Y3	2,2	1400	0,83	6,0	2,0	2,2	0,8
4A100S4Y3	3	1425	0,83	6,5	2,0	2,2	0,82
4A100L4Y3	4	1425	0,84	6,5	2,0	2,2	0,84
4A112M4CY1	5,5	1425	0,85	7,0	2,0	2,2	0,85
4A132M4CY1	11	1450	0,87	7,5	2,0	2,2	0,87
4AP160S4Y3	15	1465	0,83	7,5	2,0	2,2	0,865
4AP160M4Y3	18,5	1465	0,87	7,5	2,0	2,2	0,885
4AP180S4Y3	22	1460	0,87	7,5	2,0	2,2	0,89
4AP180M4Y3	30	1460	0,87	7,5	2,0	2,2	0,9
4A250S4Y3	75	1480	0,9	7,5	1,2	2,2	0,93
4A250M4Y3	90	1480	0,91	7,5	1,2	2,2	0,93
4A100L6Y3	2,2	950	0,73	5,5	2,0	2,0	0,81
4AP160S6Y3	11	975	0,83	7,0	2,0	2,2	0,855
4AP160M6Y3	15	975	0,83	7,0	2,0	2,2	0,875
4AP180M6Y3	18,5	970	0,8	6,5	2,0	2,2	0,87
4A250S6Y3	45	985	0,89	6,5	1,2	2,2	1,92
4A250M6Y3	55	985	0,89	7,0	1,2	2,0	0,92
4AH250M6Y3	75	985	0,87	7,5	1,2	2,5	0,93
4A100L8Y3	1,5	725	0,65	6,5	1,6	1,7	0,74
4AP160S8Y3	7,5	730	0,75	6,5	1,8	2,2	0,86
4A250S8Y3	37	740	0,83	6,0	1,2	1,7	0,9
4A250M8Y3	45	740	0,84	6,0	1,2	1,7	0,91
4AH250M8Y3	55	740	0,82	6,0	1,2	2,0	0,92
4A160S4/2Y3	<u>11</u> 14,5	<u>1460</u> 2940	<u>0,85</u> 0,95	<u>7,5</u> 7,5	<u>1,5</u> 1,2	<u>2,1</u> 2,0	<u>0,85</u> 0,83
4A180S4/2Y3	<u>18,5</u> 21	<u>1470</u> 2920	<u>0,9</u> 0,92	<u>6,5</u> 6,5	<u>1,3</u> 1,3	<u>1,8</u> 1,8	<u>0,883</u> 0,85
4A160M8/4Y3	<u>9</u> 13	<u>732</u> 1460	<u>0,69</u> 0,92	<u>5,5</u> 7,0	<u>1,5</u> 1,2	<u>2,0</u> 2,0	<u>0,79</u> 0,865
4A160S8/4Y3	<u>6</u> 6	<u>745</u> 1460	<u>0,69</u> 0,92	<u>5,0</u> 7,0	<u>1,5</u> 1,2	<u>2,0</u> 2,0	<u>0,765</u> 0,84