

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

**Методические указания
для самостоятельной работы и выполнения контрольной работы**

Новосибирск 2021

УДК 621.314.1

Составители: *А.Ю. Кузнецов*, канд. техн. наук, доцент
Д.В. Морокин, ст. преподаватель
Д.С. Болотов, преподаватель, аспирант

Рецензент: *А.Т. Калужный*, доцент, канд. техн. наук

Электрические машины: метод. указания для самостоятельной работы и выполнения контрольной работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: А.Ю. Кузнецов, Д.В. Морокин, Д.С. Болотов. – Новосибирск, 2021. – 19 с.

Методические указания содержат перечень изучаемых по дисциплине тем и вопросы для самостоятельной подготовки; варианты и указания к выполнению контрольной работы; перечень формул для определения искомых величин для заданий 1 - 3, а также требования к оформлению контрольной работы.

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (профиль Электрооборудование и электротехнологии).

Утверждены и рекомендованы к изданию методическим советом Инженерного института (протокол №5 от 24 декабря 2020 г.).

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Электрические машины» является одной из основных специальных дисциплин для студентов обучающихся по направлению подготовки - Агроинженерия, по профилю - Электрооборудование и электро-технологии в АПК. При изучении этой дисциплины студенты знакомятся с основами теории, расчета и испытанием электрических машин и трансформаторов. Без ясного понимания физического смысла явлений, происходящих в электрических машинах и трансформаторах при их работе, невозможно организовать эффективную эксплуатацию и обслуживание электрооборудования, в основе которых имеются подобные устройства.

Дисциплина Электрические машины в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование способности использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- основные требования ГОСТов, ПУЭ, нормативных и руководящих материалов по теории и методам расчета электрических машин;
- области их применения и особенности эксплуатации в сельском хозяйстве;
- конструктивные исполнения, параметры и режимы работы электрических машин;
- основные характеристики электрических двигателей, генераторов и преобразователей, эксплуатационные требования к ним;
- тенденции развития электрических машин.

уметь:

- рассчитывать, исследовать и анализировать параметры электрических машин;
- подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы;
- владеть методами исследования и расчета электрических машин;
- иметь представление по практическому применению электрических машин и особенностях их эксплуатации в сельском хозяйстве;
- обладать навыками расчета и выбора электрических машин и трансформаторов для реализации технологий сельскохозяйственного производства;
- обеспечивать эффективную и безопасную работу персонала с электрическими машинами.

владеть:

- современными технологиями проектирования и монтажа систем электропривода сельскохозяйственных машин.

1. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ, ВОПРОСЫ

ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Краткое содержание темы 1, вопросы для самопроверки

Тема 1. Введение

Краткое содержание: *История развития электрических машин. Особенности и условия применения электрических машин в с.х. производстве. Назначение и области применения трансформаторов. Принцип действия. Конструкция и применяемые материалы*

Вопросы для самопроверки

1. Роль М. Фарадея в истории развития электрических машин.
2. Значение трудов М.О. Доливо-Добровольского в истории развития электрических машин.
3. В каких условиях работают электрические машины в АПК?
4. Основные типы трансформаторов.
5. Какие материалы используются для изготовления обмоток и магнитопроводов трансформаторов?

Краткое содержание темы 2, вопросы для самопроверки

Тема 2. Трансформаторы

Краткое содержание: *Опытное определение параметров схемы замещения. Опыт ХХ и КЗ. Потери в трансформаторе. От чего и как они зависят. КПД трансформатора. Типовой порядок расчета трансформатора. Трехфазные трансформаторы. Конструкция. Группы соединения обмоток. Параллельная работа трансформаторов. Специальные трансформаторы.*

Вопросы для самопроверки

1. Для чего проводится опыт ХХ для трансформатора?
2. В чём состоит опыт КЗ для трансформатора?
3. От чего зависит КПД трансформатора?
4. Условия для параллельной работы трансформаторов.
5. Область использования трансформаторов тока и напряжения.

Краткое содержание темы 3, вопросы для самопроверки

Тема 3. Асинхронные машины

Краткое содержание: *Принцип действия синхронных и асинхронных машин. Типы обмоток. Способы борьбы с высшими гармониками ЭДС обмотки статора. Вращающееся поле статора. Конструкция асинхронного двигателя АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Схема замещения АД. Потери и КПД АД. Механические характеристики АД. Рабочие характеристики АД. Способы регулирования скорости вращения АД. Пуск асинхронного двигателя. Однофазные АД.*

Вопросы для самопроверки

1. Чем различаются синхронная и асинхронная электрическая машина?
2. Что объединяет АД с фазным и АД с короткозамкнутым ротором, и в чём их координатные различия?

3. Каким образом можно регулировать скорость вращения АД?
4. Особенности пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым и с фазным ротором.
5. В чём различие однофазных и трёхфазных АД?

Краткое содержание темы 4, вопросы для самопроверки

Тема 4. Синхронные машины

Краткое содержание: *Принцип действия синхронной машины. Способы возбуждения. Реакция якоря синхронной машины. Характеристики синхронного генератора. Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью. Синхронный компенсатор.*

Вопросы для самопроверки

1. Какие способы возбуждения синхронных машин существуют?
2. Реакция якоря синхронного генератора при активной, индуктивной и ёмкостной нагрузках.
3. Какими характеристиками определяются свойства синхронного генератора?
4. Внешняя характеристика синхронного генератора.
5. Регулировочная характеристика синхронного генератора.

Краткое содержание темы 5, вопросы для самопроверки

Тема 5. Генераторы постоянного тока

Краткое содержание: *Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Конструкция машины постоянного тока (МПТ). Обмотки якоря МПТ. ЭДС и электромагнитный момент МПТ Реакция якоря МПТ. Коммутация в МПТ. Генераторы независимого, параллельного и смешанного возбуждения. Основные характеристики.*

Вопросы для самопроверки

1. Принцип действия коллекторного генератора постоянного тока на примере упрощенной модели коллекторной машины.
2. Устройство статора машины постоянного тока.
3. Устройство якоря машины постоянного тока.
4. Виды обмоток якоря машин постоянного тока.
5. Чем различаются между собой генераторы независимого, параллельного и смешанного возбуждения?

Краткое содержание темы 6, вопросы для самопроверки

Тема 6. Двигатели постоянного тока (ДПТ)

Краткое содержание: *Пуск ДПТ. Двигатель параллельного возбуждения. Основные характеристики Регулирование скорости вращения ДПТ параллельного возбуждения Режимы работы ДПТ. Двигатель последовательного возбуждения. Двигатель смешанного возбуждения. Потери и КПД машины постоянного тока. Двигатель параллельного возбуждения. Регулирование скорости вращения ДПТ параллельного возбуждения.*

Вопросы для самопроверки

1. В каких случаях для пуска двигателя постоянного тока используют пусковые реостаты.
2. Схема двигателя параллельного возбуждения и его рабочие характеристики.
3. Способы регулирования частоты вращения двигателей параллельного возбуждения и основные их показатели.
4. Рабочие и механические характеристики двигателя последовательного возбуждения.
5. Рабочие и механические характеристики двигателя смешенного возбуждения.

2. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебным планом по дисциплине «Электрические машины» предусмотрена одна контрольная работа. Прежде чем приступить к ее выполнению, необходимо изучить весь программный материал дисциплины согласно тематического плана.

При выполнении контрольной работы необходимо выполнять следующие требования:

1.1. Выполняемый вариант должен соответствовать индивидуальному варианту студента. Порядок выбора варианта приведён в главе 3 данных методических указаний. Работа, выполненная не по своему варианту, не учитывается и возвращается студенту без оценки.

1.2. Выполнение работы следует начинать с изучения методических указаний.

1.3. Формулировки в теоретических заданиях контрольной работы должны быть переписаны полностью. На каждый вопрос тут же дается ответ.

1.4. Ответ должен быть кратким, но достаточно полным, конспективно отражать материал, изложенный в рекомендуемой литературе.

1.5. При выполнении расчетов необходимо приводить формулу, а затем вычисления в развернутом виде, обязательно указывать размерность получаемых величин.

1.6. Чертежи, схемы, графики, эскизы следует выполнять в соответствии с требованиями ЕСКД.

1.7. Работа выполняется на листах формата А4 на которых следует оставлять поля для замечаний.

1.8. На титульном листе контрольной работы должно быть указано наименование дисциплины, фамилия и инициалы студента, номер группы, шифр.

1.9. В конце работы следует указать литературу, которой пользовался студент, проставить дату выполнения работы и подпись.

1.10. Если были допущены недочеты и ошибки, то после возвращения контрольной работы следует выполнить все указания преподавателя, сделанные в рецензии, приведенной на титульном листе. Доработку сделать после замечаний преподавателя на тех же листах контрольной работы, но с противоположной стороны листа.

При решении задачи из задания-1 искомые величины определяют по следующим формулам:

1) номинальные токи

$$I_{H_1} = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_{H_1}} \quad (2.1)$$

$$I_{H_2} = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_{H_2}} \quad (2.2)$$

токи при заданной нагрузке

$$I_1 = S_{нагр} / \sqrt{3} U_{H_1} \quad (2.3)$$

$$I_2 = S_{нагр} / \sqrt{3} U_{H_2} \quad (2.4)$$

где $S_{нагр}$ - мощность нагрузки

$$S_{нагр} = P_{нагр} / \cos \varphi_2 \quad (2.5)$$

2) коэффициент нагрузки

$$\beta = I_2 / I_{H_2} \quad (2.6)$$

3) к.п.д. при заданной нагрузке

$$\eta = \left(1 - \frac{P_0 + \beta^2 P_K}{\beta \cos \varphi_2 \cdot S_H + P_0 + \beta^2 P_K} \right) \cdot 100\% \quad (2.7)$$

4) напряжение на зажимах вторичной обмотки при заданной нагрузке

$$U_2 = U_{H_2} - \frac{\Delta U \% \cdot U_{H_2}}{100\%} \quad (2.8)$$

где $\Delta U \%$ - изменение напряжения при заданной нагрузке

$$\Delta U \% = \beta (U_{K_a} \% \cdot \cos \varphi_2 + U_{K_p} \% \cdot \sin \varphi_2) \quad (2.9)$$

$U_{K_a} \%$ - активная составляющая напряжения к. з.

$$U_{K_a} \% = \frac{\sqrt{3} U_{K_a}}{U_{H_1}} \cdot 100\% \quad (2.10)$$

где $U_{K_a} = \frac{P_K}{3 I_{H_1}}$ (2.11)

$U_{K_p} \%$ - реактивная составляющая напряжения к. з.

$$U_{K_p} \% = \sqrt{U_K^2 \% - U_{K_a}^2 \%} \quad (2.12)$$

5) сечение стержня сердечника

$$S_{сер} = \frac{\Phi}{Kc \cdot B} \quad (2.13)$$

$$\text{где } \Phi = \frac{U_{H1}}{4,44 f W_1} \quad (2.14)$$

$Kc = 0,95$ - коэффициент заполнения сердечника сталью.

При решении задачи из задания-2 искомые величины определяют по следующим формулам:

1) потребляемую мощность

$$P_1 = \frac{P_n}{\eta} \quad (2.15)$$

2) суммарные потери в двигателе

$$\Sigma P = P_1 - P_n \quad (2.16)$$

3) номинальный ток

$$I_n = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n} \quad (2.17)$$

пусковой ток

$$I_{н\text{уск}} = I_n \left(\frac{I_{н\text{уск}}}{I_n} \right) \quad (2.18)$$

4) номинальное скольжение

$$S_n = \frac{n_1 - n_n}{n_1} \quad (2.19)$$

5) электромагнитный номинальный момент

$$M_{эм_n} = M_o + M_n \quad (2.20)$$

где M_n - номинальный полезный момент двигателя

$$M_n = \frac{9,55 P_n}{n_n} \quad (2.21)$$

M_o - момент холостого хода

$$M_o = \frac{9,55 P_o}{n_1} \quad (2.22)$$

$$P_o = \frac{P_n \cdot P_o \%}{100 \%}$$

6) максимальный момент

$$M_{\text{max}} = M_{эм_n} \left(\frac{M_{\text{max}}}{M_{эм_n}} \right) \quad (2.23)$$

пусковой момент

$$M_{\text{пуск}} = M_{\text{эм}_n} \left(\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{эм}_n}} \right) \quad (2.24)$$

7) электромагнитную мощность

$$P_{\text{эм}} = \frac{M_{\text{эм}_n} \cdot n_n}{9,55} \quad (2.25)$$

8) электрические потери в цепи ротора

$$P_{\text{эл}_2} = P_{\text{эм}_n} \cdot s_n \quad (2.26)$$

9) для построения механической характеристики необходимо составить таблицу 2.1, в которую внести свои расчетные данные, а затем по четырем точкам построить характеристику.

Таблица 2.1

	1	2	3	4
S	0	S_n	S_k	1
$M_{\text{эм}}$	0	$M_{\text{эм}_n}$	$M_{\text{мах}}$	$M_{\text{пуск}}$

При решении задачи из задания-3 необходимо нарисовать схему двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением, расставить направления токов, а затем искомые величины определить по следующим формулам:

1) потребляемую мощность по (2.15)

2) суммарные потери мощности по (2.16)

3) номинальный ток

$$I_n = P_1 / U_n \quad (2.27)$$

ток возбуждения

$$I_{\text{в}} = U_n / R_{\text{в}70}, \quad (2.28)$$

где $R_{\text{в}70}$ - активное сопротивление обмотки возбуждения при 70°C.

$$R_{\text{в}70} = R_{\text{в}20} [1 + 0,004(70 - 20)]. \quad (2.29)$$

Если рабочая температура 75°C, то пересчет сопротивления аналогичен.

Ток якоря

$$I_a = I_n - I_{\text{в}} \quad (2.30)$$

4) против Э.Д.С.

$$E_a = U_n - I_n \cdot R_{a70} \quad (2.31)$$

где R_{a70} - активное сопротивление обмотки якоря при 70°C.

$$R_{a70} = R_{a20} [1 + 0,004(70 - 20)]. \quad (2.32)$$

Если рабочая температура 75°C, то пересчет сопротивления аналогичен.

5) электромагнитную мощность

$$P_{\text{эм}} = E_a \cdot I_a \quad (2.33)$$

6) электромагнитный момент

$$M_{\text{эм}} = 9,55 P_{\text{эм}} / n \quad (2.34)$$

7) мощность потерь холостого хода

$$P_0 = \Sigma P - P_{эл} \quad (2.35)$$

где $P_{эл}$ - электрические потери в обмотке якоря

$$P_{эл} = I_a^2 \cdot Ra_{70} \quad (2.36)$$

8) сопротивление пускового реостата

$$R_{доп} = U_n / I_{пуск} - Ra_{20}, \quad (2.37)$$

где $I_{пуск} = k \cdot I_n$ (2.38)

При выполнении четырёх теоретических заданий, т.е. заданий с 4-го по 7-ое, необходимо проанализировать литературные источники, нормативно-техническую и справочную литературу, так же допускается использование электронных источников, в том числе размещенных на сайтах сети Internet. Целесообразней всего для проведения анализа использовать сразу несколько источников, что бы в итоге ответ на теоретическое задание был максимально полным. В ответе допускается приводить графическую информацию, схемы, рисунки, таблицы.

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1. Порядок выбора варианта для контрольной работы

Контрольная работа предполагает выполнение трех расчётных заданий (задач) и четырёх теоретических заданий (вопросов). Выбор условий для всех семи заданий осуществляется согласно варианту студента в соответствии с таблицей 3.1.1, вариант соответствует порядковому номеру студента в списке группы.

Всего предусмотрено 60 возможных вариантов. В случае одновременного обучения на одном курсе двух групп одного направления, распределение вариантов заданий осуществляется следующим образом: с 1 по 30 варианты распределяются среди студентов одной из групп (например, группы У3336), остальные варианты с 31 по 60 распределяются среди второй группы (например, группы У3337). Либо, по согласованию с ведущим преподавателем данной дисциплины могут быть предоставлены индивидуальные задания, либо индивидуальные исходные данные.

Таблица 3.1.1

Варианты и порядковые номера условий для заданий

Варианты для контрольной работы	Порядковый номер условия задания						
	Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Задание 5	Задание 6	Задание 7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	1	1	1	2	2	2	1
12	2	2	2	3	3	3	2
13	3	3	3	4	4	4	3
14	4	4	4	5	5	5	4
15	5	5	5	6	6	6	5
16	6	6	6	7	7	7	6
17	7	7	7	8	8	8	7
18	8	8	8	9	9	9	8
19	9	9	9	10	10	10	9
20	10	10	10	1	1	1	10
21	1	1	2	2	2	2	1
22	2	2	3	3	3	3	2
23	3	3	4	4	4	4	3
24	4	4	5	5	5	5	4
25	5	5	6	6	6	6	5
26	6	6	7	7	7	7	6
27	7	7	8	8	8	8	7
28	8	8	9	9	9	9	8
29	9	9	10	10	10	10	9
30	1	1	1	1	2	2	10
31	2	2	2	2	3	3	1
32	3	3	3	3	4	4	2
33	4	4	4	4	5	5	3
34	5	5	5	5	6	6	4
35	6	6	6	6	7	7	5
36	7	7	7	7	8	8	6
37	8	8	8	8	9	9	7
38	9	9	9	9	10	10	8
39	10	10	10	10	1	1	9
40	1	2	2	2	2	2	10
41	2	3	3	3	3	3	1
42	3	4	4	4	4	4	2
43	4	5	5	5	5	5	3
44	5	6	6	6	6	6	4
45	6	7	7	7	7	7	5
46	7	8	8	8	8	8	6
47	8	9	9	9	9	9	7
48	9	10	10	10	10	10	8
49	10	1	1	1	1	1	9
50	1	1	1	1	1	2	10
51	2	2	2	2	2	3	1
52	3	3	3	3	3	4	2
53	4	4	4	4	4	5	3
54	5	5	5	5	5	6	4
55	6	6	6	6	6	7	5
56	7	7	7	7	7	8	6
57	8	8	8	8	8	9	7
58	9	9	9	9	9	10	8
59	10	10	10	10	10	1	9
60	1	2	3	4	5	6	10

3.2. Список условий для заданий

Задание №1

Задание №1 заключается в решении следующей задачи:

Для трёхфазного силового трансформатора известны технические данные, указанные в табл. 3.2.1.

Определить: 1) номинальные токи трансформатора $I_{н1}$; $I_{н2}$; токи при заданной нагрузке I_1 ; I_2 ; 2) коэффициент нагрузки – β ; 3) К.П.Д. при заданной нагрузке – η ; 3) напряжение на зажимах вторичной обмотки при заданной нагрузке – U_2 ; сечение стержня сердечника - $S_{сер}$. Обратить внимание на то, что сечение стержня определяют по Φ_{max} . Схема соединения обмоток трансформатора Y/Y-0

Таблица 3.2.1

Условия для задания №1

Наименование величины	Порядковый номер условия									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальная мощность, S_n , кВА	100	100	630	160	63	40	160	250	400	25
Номинальное первичное напряжение, $U_{н1}$, к В.	6	10	10	10	6	6	6	10	10	6
Номинальное вторичное напряжение, $U_{н2}$, кВ.	0,23	0,4	0,69	0,69	0,23	0,4	0,4	0,4	0,69	0,4
Напряжение короткого замы- кания, $U_k\%$	6	5	5,5	4,5	4,5	4,5	5	4,5	4,5	4,5
Мощность потерь короткого замыкания, P_k , кВт	1,97	1,97	7,6	2,65	1,28	0,88	2,65	3,7	5,5	0,6
Мощность потерь холостого хода, P_0 , кВт	0,33	0,33	1,31	0,51	0,24	0,17	0,51	0,74	0,95	0,13
Коэффициент мощности на- грузки, $\cos \varphi_2$	0,98	0,9	0,8	0,9	0,85	0,8	0,8	0,9	0,85	0,98
Мощность нагрузки, $P_{нагр}$, кВт	75	45	400	72	40	16	100	150	250	20
Магнитная индукция в сердеч- нике, В, Тл	1,1	1	1	0,95	1,1	0,9	1	1,2	0,95	0,8
Число витков первичной обмотки, W_1	1200	1200	750	900	1000	600	900	1025	1300	1185

Задание №2

Задание №2 заключается в решении следующей задачи:

Для трёхфазного асинхронного двигателя серии 4А известны технические данные, указанные в табл. 3.2.2.

Определить: 1) номинальный и пусковой токи - I_n и $I_{пуск}$; 2) потребляемую мощность двигателя - P_j ; 3) суммарные потери в двигателе - ΣP ; 4) номинальное скольжение - S_n ; 5) электромагнитную мощность - $P_{эм}$; 6) мощность электрических потерь в цепи ротора $P_{эл2}$; 7) электромагнитный номинальный момент $M_{эмн}$; 8) максимальный и пусковой моменты M_{max} и $M_{пуск}$; 9) по четырём точкам, соответствующим скольжениям: $S=0$; $S=S_n$; $S=S_{кр}$; $S=l$, построить механическую характеристику двигателя $M=f(S)$.

Таблица 3.2.2

Условия для задания №2

Наименование величины	Порядковый номер условия									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальное напряжение, U_n , В	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380
Номинальная мощность, P_n , кВт	22	55	90	37	18,5	75	45	15	11	30
Коэффициент полезного действия, η	0,89	0,915	0,935	0,9	0,87	0,93	0,915	0,865	0,88	0,9
Номинальный коэффициент мощности, $\cos \varphi_n$	0,87	0,88	0,89	0,83	0,8	0,87	0,88	0,83	0,9	0,83
Номинальная частота вращения, пн, об/мин	1460	985	1475	740	970	985	985	1465	2900	1460
Кратность пускового тока, $I_{пуск} / I_n$	7,5	7	6,5	6	6,5	7,5	6,5	7,5	7,5	7,5
Кратность пускового момента, $M_{пуск} / M_{эмн}$	1,4	1,2	1,2	1,2	1,4	1,2	1,2	1,4	1,6	1,4
Перегрузочная способность, $M_{max} / M_{эмн}$	2,2	2	2,2	1,8	2,2	2,5	2	2,2	2,2	2,2
Критическое скольжение, s_k	0,18	0,15	0,18	0,15	0,2	0,15	0,18	0,2	0,15	0,2
Мощность потерь холостого хода, P_0 % в % от P_n)	2,2	2	2	2,5	3	2	2,5	3	3	2,5

Задание №3

Задание №3 заключается в решении следующей задачи:

Для двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением известны технические данные, указанные в табл. 3.2.3.

Определить: 1) потребляемую мощность - P_I ; 2) суммарные потери мощности в двигателе - ΣP ; 3) номинальный ток - I_n , ток возбуждения - I_b , ток якоря - I_a ; 4) противо Э.Д.С. - E_a ; 5) электромагнитную мощность - $P_{эм}$; 6) электромагнитный момент - $M_{эм}$; 6) мощность потерь холостого хода - P_0 ; 7) сопротивление пускового реостата при заданной кратности пускового тока - $R_{об}$. Величиной тока возбуждения при пуске пренебречь.

Таблица 3.2.3

Условия для задания №3

Наименование величины	Порядковый номер условия									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальное напряжение, U_n , В	220	220	220	220	220	220	110	220	110	220
Номинальная мощность, P_n , кВт	6	32	14	10	19	11	8	32	6	7,4
Коэффициент полезного действия, η	0,8	0,86	0,83	0,84	0,85	0,8	0,83	0,87	0,81	0,79
Суммарное сопротивление цепи якоря при $t=20^\circ\text{C}$, R_a , Ом	0,48	0,076	0,254	0,31	0,128	0,139	0,08	0,045	0,116	0,201
Сопротивление цепи возбуждения при $t=20^\circ\text{C}$, R_b , Ом	132	95	92	85	77	168	73	60	36	136
Частота вращения, n , об/мин	1500	1500	750	1000	1500	3000	3000	3000	1500	3000
Кратность пускового момента, $M_{пуск} / M_{эмн}$	1,4	1,2	1,2	1,2	1,4	1,2	1,2	1,4	1,6	1,4
Рабочая температура, $t^\circ\text{C}$	70	70	75	70	75	70	75	70	75	75

Задание №4

Задание №4 заключается в представлении ответа на вопросы (теоретические условия), приведённые в таблице 3.2.4.

Таблица 3.2.4

Условия для задания №4

Порядковый номер условия	Формулировка теоретического условия для задания
1	Принцип действия, устройство и назначение трансформатора
2	Построить векторную диаграмму трансформатора при активно-индуктивной нагрузке. Построение диаграммы пояснить
3	Уравнение Э,Д,С трансформатора
4	Какой трансформатор называется приведенным? Основные формулы приведения
5	С помощью каких опытов определяют потери в стали и потери в меди трансформатора. Определение К.П.Д. трансформатора
6	Начертить и пояснить схему замещения работающего трансформатора
7	Группы соединения обмоток трансформатора. Какие факторы определяют группу соединения трехфазного трансформатора?
8	Приведенная схема замещения трансформатора и соотношение ее параметров
9	Опыт холостого хода трансформатора. Значение опыта
10	Опыт короткого замыкания трансформатора. Значение опыта

Задание №5

Задание №5 заключается в представлении ответа на вопросы (теоретические условия), приведённые в таблице 3.2.5.

Таблица 3.2.5

Условия для задания №5

Порядковый номер условия	Формулировка теоретического условия для задания
1	Способы пуска асинхронного двигателя
2	Принцип действия и устройство асинхронных двигателей
3	Механическая характеристика асинхронного двигателя. Перегрузочная способность
4	Почему в однофазных асинхронных двигателях мал пусковой момент и способы его увеличения?
5	Способы пуска асинхронных двигателей при пониженном напряжении. Каковы недостатки этих способов?
6	Способы регулирования частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей
7	Принцип действия генератора постоянного тока
8	Реостатный пуск асинхронного двигателя с фазным ротором. Показать на механических характеристиках
9	Влияние величины напряжения сети и активного сопротивления в цепи ротора на форму механической характеристики асинхронного двигателя. Ответ пояснить изображением механических характеристик
10	Какой асинхронный двигатель называется приведенным?

Задание №6

Задание №6 заключается в представлении ответа на вопросы (теоретические условия), приведённые в таблице 3.2.6.

Таблица 3.2.6

Условия для задания №6

Порядковый номер условия	Формулировка теоретического условия для задания
1	Что такое коммутация в машинах постоянного тока
2	Принцип действия двигателя постоянного тока. Назначение коллектора
3	Способы ослабления реакции якоря в машине постоянного тока
4	Внешние и регулировочные характеристики генераторов постоянного тока
5	Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения
6	Реакция якоря в машинах постоянного тока, ее вредные последствия
7	Каким образом в асинхронных двигателях с фазным ротором получают большой пусковой момент при малом пусковом токе?
8	Способы возбуждения машин постоянного тока
9	Принцип действия синхронного двигателя. Способы пуска в ход
10	Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Задание №7

Задание №7 заключается в представлении ответа на вопросы (теоретические условия), приведённые в таблице 3.2.7.

Таблица 3.2.7

Условия для задания №7

Порядковый номер условия	Формулировка теоретического условия для задания
1	Параллельная работа трансформаторов
2	Трехобмоточные трансформаторы
3	Автотрансформаторы
4	Переходные процессы при включении и при внезапном коротком замыкании трансформаторов
5	Перенапряжения в трансформаторах и защита от перенапряжений
6	Трансформаторы с плавным регулированием напряжения
7	Трансформаторы для выпрямительных установок
8	Трансформаторы для автоматических устройств
9	Трансформаторы для дуговой электросварки
10	Охлаждение трансформаторов

Библиографический список

1. Ванурин В.Н. Электрические машины: Учебник. — СПб.: Издательство «Лань», 2016.— 304 с.
2. Вольдек А.И. Электрические машины. Л., 1978. – 832 с.
3. Кацман М.М. Электрические машины. – М.: Высшая школа, 2000. - 463 с.
4. Основич В.Л. Электрические машины: методические указания и задания к контрольной работе / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т; сост.: В.Л. Основич, Д.С. Болотов. – Новосибирск, 2006. – 22 с.

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	3
1. Краткое содержание тем, вопросы для самопроверки.....	4
2. Указания по выполнению контрольной работы.....	5
3. Задания для контрольной работы	6
3.1. Порядок выбора варианта для контрольной работы	10
3.2. Список условий для заданий	12
Библиографический список	17

Составители:
Кузнецов Андрей Юрьевич
Морокин Дмитрий Викторович
Болотов Денис Сергеевич

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Методические указания
для самостоятельной работы и выполнения контрольной работы

Редактор М.Г Девищенко
Компьютерная верстка В. Н. Зенина

Подписано к печати 2021 г.

Объем 1,2 уч.-изд.л., усл. печ. л. 1.8 Формат 60×84^{1/16}

Тираж 100 экз. Изд. № __ Заказ № __

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, кааб. 106.
Тел./факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru