Унифицированная форма
№ СМК.11.ДП.ОР.237.002-16
от12.04.2016г.№ 26-п

ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»

Сборник методических указаний и контрольных заданий

для студентов отделения

заочной формы обучения

к выполнению домашней контрольной работы

по разделу «Электрические машины»

МДК 01.01 «Электрические машины»

ПМ.01 «Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок»

профессионального цикла

программы подготовки специалистов среднего звена

08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий

Новый Уренгой 2017

Методические указания для выполнения контрольных работ разработаны в соответствии рабочей программой профессионального модуля *ПМ.01 «Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок»* на основе ФГОС СПО по 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий *и* содержат требования по подготовке, выполнению и оформлению результатов контрольных работ.

Методические указания по выполнению контрольных работ адресованы студентам заочной формы обучения.

СОСТАВИТЕЛИ:

Людмила Викторовна Байол, преподаватель 1 категории

Светлана Петровна Ванислава, преподаватель

РЕДАКТОР:

Елена Георгиевна Константинова, преподаватель высшей категории, к.т.н.

Данные методические указания

являются собственностью

© ЧПОУ «Газпром Техникум Новый Уренгой»

Рассмотрены на заседании кафедры

электротехнических специальностей и рекомендованы

к применению

Протокол №11 от «30» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой_____ Е.Г.

Константинова

Зарегистрированы в реестре банка программной, оценочной и учебно-методической документации

Регистрационный номер 588. МУ(ДКР). ЭЛ(ЗФ). ПМ.01. КАТС. 001-17

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение…….. 4

2 Тематический план……. 8

3 Содержание и методические указания по изучению МДК.01.01 (раздел Электрические машины)……. 9

Тема 1 Коллекторные машины постоянного тока 9

Тема 2 Трансформаторы 12

Тема 3 Асинхронные машины…… 15

Тема 4 Синхронные машины……. 21

4 Перечень лабораторных и практических работ…… 25

5 Список использованных источников…… 26

6 Методические указания к выполнению контрольной работы……. 27

7 Задания для контрольной работы…….. 43

8 Экзаменационные вопросы по разделу……. 66

1 Введение
Уважаемый студент!

Методические указания по разделу «Электрические машины» МДК 01.01 «Электрические машины» для выполнения контрольных работ созданы Вам в помощь для выполнения домашней контрольной работы и изучении теоретического курса.

Приступая к выполнению контрольной работы, Вы должны внимательно прочитать настоящие методические указания, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами третьего поколения (ФГОС-3), с требованиями профессиональных стандартов ПС «Электромонтажник домовых электрических систем и оборудования» № 795, ПС «Работник по ремонту трансформаторов в инженерной инфраструктуре электроснабжения населения» № 784, ПС «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей» № 828., с краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме задания, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к контрольной работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе решения результаты по приведенной методике.

Наличие зачета по контрольной работе необходимо для получения допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия работы по любой причине или получения «не зачтено» за контрольную работу Вы должны найти время для ее выполнения или для устранения всех замечаний.

Образовательные результаты, подлежащие проверке в ходе выполнения контрольной работы –

в совокупности контрольная работа по разделу «Электрические машины» охватывает весь круг умений и знаний, перечисленных в соответствующем разделе рабочей программы профессионального модуля *ПМ.01 «Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок»* на основе ФГОС СПО по 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования

промышленных и гражданских зданий. Выполнение контрольных работ направлено

на формирование общих компетенций и профессиональных компетенций:

ПК

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1	Организовывать и осуществлять эксплуатацию электроустановок промышленных и гражданских зданий;
ПК 1.2.	Организовывать и производить работы по выявлению неисправностей электроустановок промышленных и гражданских зданий;
ПК 1.3	Организовывать и производить ремонт электроустановок промышленных и гражданских зданий.

ОК

Код	Наименование результата обучения
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности
ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

умения:

Код	Наименование результата обучения
У 1	оформлять документацию для организации работ и по результатам испытаний в действующих электроустановках с учетом требований техники безопасности
У 2	осуществлять коммутацию в электроустановках по принципиальным схемам
У 3	читать и выполнять рабочие чертежи электроустановок
У 4	производить электрические измерения на различных этапах эксплуатации электроустановок
У 5	планировать работу бригады по эксплуатации электроустановок
У 6	контролировать режимы работы электроустановок
У 7	выявлять и устранять неисправности электроустановок

Код	Наименование результата обучения
У 8	планировать мероприятия по выявлению и устранению неисправностей с соблюдением требований техники безопасности
У 9	планировать и проводить профилактические осмотры электрооборудования
У 10	планировать ремонтные работы
У11	выполнять ремонт электроустановок с соблюдением требований техники безопасности
У12	контролировать качество проведения ремонтных работ

знания:

Код	Наименование результата обучения
Зн. 1	основные законы электротехники;
Зн. 2	классификацию кабельных изделий и область их применения;
Зн. 3	устройство, принцип действия и основные технические характеристики электроустановок;
Зн. 4	правила технической эксплуатации осветительных установок, электродвигателей, электрических сетей;
Зн. 5	условия приемки электроустановок в эксплуатацию;
Зн. 6	перечень основной документации для организации работ;
Зн. 7	требования техники безопасности при эксплуатации электроустановок;
Зн. 8	устройство, принцип действия и схемы включения измерительных приборов;
Зн. 9	типичные неисправности электроустановок и способы их устранения;
Зн. 10	технологическую последовательность производства ремонтных работ;
Зн. 11	назначение и периодичность ремонтных работ;
Зн. 12	методы организации ремонтных работ.

В процессе преподавания раздела МДК 01.01 «Электрические машины» предусматривается изучение основ теории устройства, принципа действия, эксплуатационных свойств и характеристик трансформаторов, коллекторных, бесколлекторных машин и машин специального назначения, применяемых в электрооборудовании промышленных и гражданских зданий.

По учебному плану изучение данной дисциплины предусматривает проведение обзорных лекций, лабораторных и практических работ в период лабораторно-экзаменационной сессии и межсессионных консультаций. Большая часть теоретического материала подлежит самостоятельному изучению студентами-заочниками, и в качестве одной из форм

самостоятельной работы студентов предусмотрено выполнение домашней контрольной работы, включающей задания практического характера. Лабораторные работы предназначены для углубленного изучения теоретического материала и получения практических навыков и умения при работе со средствами измерения и автоматизации.

В качестве итогового контроля знаний предусматривается экзамен.

Внимание! Если в процессе решения заданий контрольной работы у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий (консультаций). Время проведения дополнительных занятий можно узнать в открытом информационном пространстве Техникума.

Желаем Вам успехов!!!

2 Тематический план

Наименование разделов и тем	Кол-во ауд.часов при очной форме обучения		
	всего	В том числе	
		Лаб. занятий	Пр. занятий
Тема 1 Коллекторные машины постоянного тока	32	22	4
Тема 2 Трансформаторы	22	10	-
Тема 3 Асинхронные машины	32	18	4
Тема 4 Синхронные машины	18	10	-
Всего	112	68	

3 Содержание и методические указания по изучению дисциплины

Введение [Л1; Д1]

Цель и задачи раздела МДК 01.01 «Электрические машины». Связь с другими разделами и темами модуля. Роль электрических машин и трансформаторов в производстве и потреблении электрической энергии. Достижения и перспективы развития электрических машин

Электрические машины как источники и преобразователи энергии. Принцип обратимости электрических машин, их классификация.

Вопросы для самоподготовки:

1. Перспективы развития отечественного электромашиностроения.
2. Принцип обратимости электрических машин.
3. Классификация электрических машин

Тема 1 Коллекторные машины постоянного тока

1.1 Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного тока [Л1, Л2; Д1]

Устройство коллекторной машины постоянного тока. Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Способы возбуждения машин постоянного тока.

1.2 Обмотки якоря коллекторных машин постоянного тока [Л1, Л2; Д1, Д2]

Принцип выполнения обмоток якоря. Виды обмоток : простые петлевые и волновые, комбинированные обмотки. Уравнительные соединения обмоток.

1.3 Магнитное поле машины постоянного тока [Л1, Л2; Д1]

ЭДС обмотки якоря. Электромагнитный момент машины постоянного тока. Конструкция магнитопроводов машин постоянного тока. Электромагнитный момент машины постоянного тока.

Конструкция магнитопроводов машин постоянного тока. Магнитодвижущая сила обмотки возбуждения. Магнитная характеристика машины постоянного тока. Реакция якоря, учет размагничивающего действия реакции якоря, назначение компенсационной обмотки, конструкции и область применения.

Причины, вызывающие искрение на коллекторе. Коммутация в машинах постоянного тока.

Способы улучшения коммутации.

1.4 Коллекторные генераторы [Л1, Л2; Д1]

Основные понятия. Уравнения ЭДС и моментов для генераторов постоянного тока. Классификация генераторов по способу возбуждения. Схемы включения, принципы работ характеристики генераторов постоянного тока.

1.5 Коллекторные двигатели [Л1, Л2; Д1]

Коллекторные двигатели постоянного тока. Схемы включения, принципы работы, характеристики. Область применения двигателей постоянного тока.

Потери мощности и КПД

1.6 Машины постоянного тока специального назначения [Л1, Л2; Д1]

Электромашинный усилитель. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Универсальные коллекторные двигатели. Машины постоянного тока малой мощности. Тахогенераторы.

Серии машин постоянного тока.

Вопросы для самоподготовки:

1. Назначение добавочных полюсов в МПТ. Порядок выбора числа витков обмотки добавочных полюсов.
2. Опишите график результирующего магнитного поля в воздушном зазоре машины с добавочными полюсами в генераторном и двигательном режимах.
3. Опишите сущность получения коммутирующего поля смещением щеток.
4. Нагрузочная характеристика ГПТ. Порядок и цель снятия нагрузочной характеристики.
5. Объясните схемы регулирования частоты вращения двигателей путем шунтирования и путем секционирования обмотки возбуждения.
6. Сравните двигатели параллельного и последовательного возбуждения по их регулировочным свойствам.
7. Поясните, почему в качестве универсального коллекторного двигателя используют двигатели, построенные на основе двигателя последовательного возбуждения.
8. Объясните принцип работы исполнительных двигателей с якорным и полюсным управлением.
9. Почему ДПТ последовательного возбуждения нельзя запускать вхолостую ? Привести математическое подтверждение.
10. Опишите способы ограничения пускового тока, применяемые в двигателях постоянного тока.
11. Объясните графики механической характеристики двигателя параллельного возбуждения при изменении основного магнитного потока.
12. Опишите процесс коммутации и поясните причину возникновения добавочного тока в коммутирующей секции.
13. Опишите устройство коллектора. Каким образом пластины коллектора укрепляют на валу ?

14. Что такое магнитная несимметрия (в МПТ) и каковы её последствия ?

15. Объясните принцип действия шагового двигателя.

16. Опишите способы подавления помех, проникающих от МПТ в сеть?

18 Объясните принцип работы усилителя

Тема 2 Трансформаторы

2.1 Устройство и рабочий процесс трансформаторов [Л1; Д1]

Назначение, область применения, принцип действия, устройство и классификация трансформаторов, способы охлаждения. Уравнения электродвижущих сил (ЭДС), токов. Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к первичной. Схема замещения и векторная диаграмма приведённого трансформатора.

Трансформирование трёхфазного тока. Паспортные данные трансформаторов, опытное определение параметров реального трансформатора. Схемы замещения по данным холостого хода и короткого замыкания.

Внешняя характеристика трансформатора при различных характерах нагрузки.

Потери мощности и коэффициент полезного действия трансформатора.

Способы регулирования напряжения трансформаторов.

2.2 Схемы, группы соединения обмоток трансформаторов [Л1, Л2; Д1]

Схемы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов, влияние схемы соединения обмоток на отношение линейных напряжений трёхфазных трансформаторов. Группы соединения (основные и производные), предусмотренные ГОСТом.

Параллельная работа трансформаторов: назначение и условия включения трансформаторов на параллельную работу; порядок включения и распределения нагрузки между трансформаторами.

2.3 Автотрансформаторы и трехобмоточные трансформаторы [Л1; Д1]

Устройство и особенности рабочего процесса автотрансформаторов. Достоинства и недостатки автотрансформаторов по сравнению с двухобмоточными трансформаторами.

Трехобмоточные трансформаторы, назначение и особенности работы.

2.4 Переходные процессы в трансформаторах [Л1, Л2; Д1]

Переходные процессы, возникающие при включении трансформатора в электрическую сеть и при коротком замыкании на зажимах вторичной обмотки. Перенапряжения в трансформаторах и защита от них.

2.5 Трансформаторы специального назначения [Л1; Д1 Д3]

Трансформаторы для преобразования числа фаз. Трансформаторы с плавным регулированием напряжения. Трансформаторы для выпрямительных установок, особенности работы. Сварочные трансформаторы. Измерительные трансформаторы.

Вопросы для самоподготовки:

1. Почему основной магнитный поток в магнитопроводе трансформатора остается неизменным при любой нагрузке? Выполнение какого условия необходимо для соблюдения такого постоянства потока?
2. Какие величины можно определить из опыта короткого замыкания трансформатора? Схема включения.
3. Какие величины можно определить из опыта холостого хода? Схема включения.
4. Схема замещения трансформатора в режиме к.з. Основные уравнения, диаграммы.

5. Схема замещения трансформатора в режиме х.х. Основные уравнения, векторная диаграмма.

6. Каково назначение замкнутого магнитопровода в трансформаторе? Почему он должен иметь минимальный воздушный зазор и выполняться не сплошным , а из отдельных стальных листов, изолированных друг от друга лаком ?

7. Почему трансформатор не работает от сети постоянного тока ?

8. Что такое приведенный трансформатор ?

9. На что расходуется активная мощность, потребляемая трансформатором при опытах холостого хода и короткого замыкания ?

10. В чем сущность метода фазометра при определении группы трансформатора?

11. В чем сущность метода вольтметра при определении группы трансформатора?

12. Почему требование принадлежности трансформаторов к одной группе соединения является важнейшим условием включения трансформаторов на параллельную работу? Приведите доказательства.

13. Каковы особенности устройства и работы автотрансформатора?

14. Основные уравнения устройства и работы трехобмоточного трансформатора.

15. Что такое группа соединения и как она обозначается?

16. Как из основной группы получить производную?

17. Почему обмотки НН выполняют проводом большего сечения, чем обмотки ВН, имеющие большее число витков?

18. На каком основании можно утверждать, что реактивная (индуктивная) составляющая МДС вторичной обмотки трансформатора оказывает размагничивающее действие?

19. На каком основании можно утверждать, что реактивная (емкостная) составляющая МДС вторичной обмотки трансформатора оказывает подмагничивающее действие?

20. Сравнить по величине потери мощности в обмотках трансформатора в режимах холостого хода, испытательного короткого замыкания и работе с номинальной нагрузкой.

Тема 3 Асинхронные машины

3.1 Принцип действия и устройство бесколлекторных машин [Л1, Д1]

Классификация бесколлекторных машин переменного тока. Принцип действия синхронной машины. Основные типы синхронных машин. Конструкции неявнополюсных и явнополюсных синхронных машин. Принцип действия асинхронной машины, режимы работы.

Основные соотношения в машинах переменного тока. Понятие о синхронной частоте вращения ротора, скольжении. Устройство статора синхронной и асинхронной машины.

3.2 Основные типы обмоток статора и принцип их выполнения[Л1;Д1]

Принцип выполнения обмотки статора, понятие о секции, полюсном делении, шаге обмотки по пазам.

ЭДС проводника обмотки. График распределения магнитной индукции в воздушном зазоре машины.

ЭДС катушки (секции). Укорочение шага обмотки, коэффициент укорочения шага обмотки. Сосредоточенные и распределённые обмотки. Число пазов на полюс и фазу. Коэффициент распределения обмотки. Обмоточный коэффициент. Катушечная группа. ЭДС катушечной группы и фазной обмотки статора.

3.3 Магнитодвижущая сила обмоток статора [Л1, Д1]

Магнитодвижущая сила фазы обмотки (МДС). МДС трехфазной обмотки. Анализ кривой намагничивающей силы обмоток с целым числом пазов на

полюс и фазу. МДС дробных обмоток. Магнитное поле обмоток переменного тока.

3.4 Режимы работы и устройство асинхронной машины [Л1, Д1]

Двигательный, генераторный и тормозной режимы работы асинхронной машины. Условия перехода асинхронной машины в указанные режимы- Понятие о скольжении асинхронной машины.

Устройство трёхфазного асинхронного двигателя с фазным и короткозамкнутым ротором. Маркировки выводов обмоток асинхронного двигателя. Серии асинхронных машин.

3.5 Общая характеристика режимов работы при неподвижном и вращающемся роторе [Л1, Д1]

Аналогия между асинхронной машиной и трансформатором. Магнитная цепь асинхронного двигателя. Основной магнитный поток и поток рассеяния. Индуктивные сопротивления от магнитных полей воздушного зазора. Общие выражения для индуктивного сопротивления рассеяния. Индуктивности рассеяния для статорных и роторных обмоток машины переменного тока.

Уравнения ЭДС асинхронного двигателя при неподвижном и вращающемся роторе. Уравнения МДС и токов асинхронного двигателя.

3.6 Схема замещения и векторная диаграмма асинхронного двигателя [Л1, Д1]

Приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора асинхронного двигателя. Схема замещения и векторная диаграмма асинхронного двигателя.

3.7 Механические характеристики асинхронного двигателя [Л1, Л2; Д1]

Потери мощности и коэффициент полезного действия асинхронного двигателя.

Электромагнитный момент асинхронного двигателя и его зависимость от скольжения.

Максимальный момент, критическое скольжение в начальный пусковой момент. Перегрузочная способность асинхронного двигателя.

Влияние активного сопротивления обмотки ротора на форму механической характеристики асинхронного двигателя.

Рабочие характеристики асинхронного двигателя.

3.8 Круговая диаграмма асинхронного двигателя [Л1, Д1]

Опытное определение параметров асинхронного двигателя: опыт холостого хода и короткого замыкания. Схемы, порядок проведения и использование результатов опытов для расчёта параметров схемы замещения асинхронного двигателя. Построение рабочих характеристик асинхронного двигателя по круговой диаграмме.

Аналитический метод расчёта рабочих характеристик асинхронного двигателя.

3.9 Пуск и регулирование частоты вращения трехфазного асинхронного двигателя [Л1, Л2; Д1]

Пусковые свойства трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Способы пуска асинхронных двигателей: переключением обмотки статора со "звезды" на "треугольник", прямым включением в сеть, автотрансформаторный, реакторный. Пуск асинхронных двигателей с фазным ротором.

Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.

Способы регулирования частоты вращения трёхфазных асинхронных двигателей.

Изучение конструкции и паспортных данных двигателя; пуск двигателя и построение рабочих характеристик.

Сборка схемы и включение двигателя; проверка обозначений выводов статора и построение рабочих характеристик.

3.10 Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели [Л1, Л2; Д1]

Принцип действия однофазного асинхронного двигателя. Особенности пуска однофазного асинхронного двигателя. Условия, необходимые для получения вращающегося магнитного поля.

Конденсаторные асинхронные двигатели. Принцип действия, выбор рабочей и пусковой емкостей.

Работа трёхфазного асинхронного двигателя от однофазной сети. Выбор необходимой схемы включения.

Вопросы для самоподготовки:

1. Что такое коэффициент магнитного насыщения асинхронного двигателя, как определяют его величину ?
2. Почему электромагнитные силы в асинхронном двигателе приложены главным образом к зубцам сердечника, а не к проводам обмотки ?
3. Раскрыть физическую сущность двигательного режима асинхронной машины.
4. Каково относительное значение магнитной индукции обратной составляющей поля статора при круговом и эллиптическом магнитных полях ?
5. Какие методы подавления высших пространственных гармоник применяют в машинах переменного тока ?
6. Объяснить, почему гармонические составляющие МДС обмотки статора называют пространственными ? Какова зависимость частоты вращения МДС обмотки статора от частоты тока и числа полюсов статора ?
7. Сравните однослойные концентрические и однослойные шаблонные обмотки статора асинхронного двигателя.

8. Назовите основные параметры обмоток статора. Покажите способы соединения катушечных групп, охарактеризуйте их.

9. Раскройте сущность устранения (ослабления) седьмой гармоники ЭДС статора.

10. Объяснить, почему однослойные обмотки не применяются в асинхронном двигателях мощностью более 15 кВт? Сделайте пояснение, что собой представляет однослойная обмотка. Марки проводов и изоляционный материал, используемые в настоящее время для обмотки статора.

11. В чем сходство и в чем различие между асинхронным двигателем и трансформатором ?

12. Каков принцип работы асинхронного двигателя ? Почему двигатель называют асинхронным ?

13. Почему при увеличении нагрузки на валу асинхронного двигателя увеличивается ток, потребляемый из сети ?

14. Начертить зависимость вращающего момента двигателя от скольжения, показать её рабочую и нерабочую части.

15. Механическая характеристика асинхронного двигателя, показать на графике режимы холостого хода, короткого замыкания и нагрузки.

16. Дайте сравнительную оценку пуска асинхронного двигателя (АД) в автотрансформаторном и реакторном режимах.

17. В чем особенность регулирования частоты вращения асинхронного двигателя изменением числа пар полюсов ?

18. В чем особенность регулирования частоты вращения асинхронного двигателя изменением частоты тока в статоре ?

19. В чем особенность регулирования частоты вращения АД изменением подводимого напряжения ?

20. В чем особенность регулирования частоты вращения АД изменением подводимого напряжения ?

21. В чем особенность регулирования частоты вращения АД изменением активного сопротивления в цепи ротора.

22. Какие виды потерь возможны в асинхронном двигателе ? Пояснить энергетическую диаграмму асинхронного двигателя.

23. Начертить зависимость M = f (S) для двух значений сопротивления цепи ротора : R_1 и R_2 , причем $R_1 > R_2$.

24. Какие процессы происходят в асинхронном двигателе при увеличении его нагрузки на валу ? Почему при этом возрастает потребляемый двигателем ток ?

25. Как изменится при увеличении нагрузки на валу двигателя частота вращения ротора, частота тока в роторе и значение тока, потребляемого двигателем из сети ? Приведите соответствующие пояснения.

26. Объяснить, почему с увеличением нагрузки на валу асинхронного двигателя вплоть до номинальной коэффициент мощности растет, при дальнейшем же увеличении нагрузки он снижается ? Приведите графики данной рабочей характеристики АД ?

27. Можно ли опытным путем определить величину механических потерь в асинхронном двигателе ? Если да, то дайте обоснование.

28. Почему характеристика короткого замыкания асинхронного двигателя $I_к = f (U_к)$ имеет линейный вид. Начертите график и дайте пояснения.

29. С какой целью по окончанию проведения опытов холостого хода и короткого замыкания АД сразу же замеряют величину активного сопротивления фазы обмотки статора ?

30. В чем сущность эффекта вытеснения тока и почему он возникает при пуске двигателя и почти исчезает при его работе ? Почему бутылочная форма паза ротора способствует лучшему проявлению эффекта вытеснения тока ?

31. С какой целью роторы асинхронных машин выполняют глубокопазными или с двумя короткозамкнутыми клетками ?

32. Какая особенность понижающего автотрансформатора дополняет преимущества автотрансформаторного пуска асинхронных двигателей ?

33. Назовите и поясните свойства получения кругового вращающегося магнитного поля в однофазном асинхронном двигателе.

34. Дайте сравнительную оценку ФСЭ, применяемых в однофазных асинхронных двигателях.

35. Какую роль в конденсаторном двигателе играет пусковой конденсатор, если известно, что благодаря конденсатору $C_{раб}$ однофазный асинхронный двигатель работает с вращающейся МДС ?

Тема 4 Синхронные машины

4.1 Способы возбуждения и устройство синхронных машин [Л1, Л2; Д1]

Назначение и требования к способам возбуждения машин. Классификация источников питания обмоток возбуждения синхронных машин. Особенности систем возбуждения и их схемы.

Особенности турбогенераторов и гидрогенераторов. Дизель-генераторы.

4.2 Характеристики и векторные диаграммы синхронных генераторов [Л1, Д1]

Элементы теории рабочего процесса синхронной машины. Магнитная цепь и магнитное поле синхронных машин. Реакция якоря в трёхфазном синхронном генераторе при активной, индуктивной, емкостной и смешанных видах нагрузки. Уравнения ЭДС синхронного генератора.

Характеристики холостого хода, короткого замыкания. Упрощённая векторная диаграмма турбогенератора. Регулировочные характеристики генератора. Угловые характеристики активной и реактивной мощностей.

Потери мощности и КПД синхронной машины.

4.3 Режимы работы синхронных генераторов, включенных в систему [Л1, Д1]

Условия и порядок включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью различными методами. Метод точной синхронизации и самосинхронизации.

Режим синхронного компенсатора. Назначение, схема включения, особенности конструкции.

Режим синхронного двигателя. Принцип действия и особенности конструкции. Пуск синхронного двигателя. Синхронные двигатели, применяемые для привода газоперекачивающих агрегатов на компрессорных станциях магистральных газопроводов.

Регулирование активной и реактивной мощностей синхронных машин. Зависимость режима генератора от напряжения на его выводах.

Допустимость работы турбогенератора в асинхронном режиме. Условия работы генератора в асинхронном режиме. Серии синхронных машин.

4.4 Машины специального назначения

4.4.1 Асинхронные машины специального назначения [Л1, Л2; Д1]

Индукционные регуляторы напряжения и фазорегуляторы. Асинхронный преобразователь частоты и исполнительный двигатель. Электрические машины синхронной связи. Линейный асинхронный двигатель. Микродвигатели серий ДАО, АДЕ. Универсальные двигатели серии УАД. Однофазные конденсаторные двигатели серии 5АЕУ Назначение и область применения. Асинхронные двигатели, применяемые для привода основных механизмов буровых установок.

4.4.2. Синхронные машины специального назначения [Л1, Л2; Д1]

Синхронные машины с постоянными магнитами. Синхронные реактивные двигатели. Гистерезисные и шаговые двигатели. Синхронный

генератор с когтеобразными полюсами и электромагнитным возбуждением. Индукторные синхронные машины: униполярные, гетерополярные

Назначение и область применения.

Вопросы для самоподготовки:

1. Сравнить внешние и регулировочные характеристики СГ по углу наклона при условиях недовозбуждения и перевозбуждения.

2. Как будут изменяться мощности синхронного генератора активная, реактивная и полная, если он будет работать с нормальным возбуждением, недовозбуждением, перевозбуждением ?

3. Какие явления протекают в синхронном генераторе, работающем с постоянной нагрузкой, если он перевозбудится, какое влияние в этом случае оказывает генератор на сеть ?

4. При каком значении тока возбуждения ток якоря синхронного генератора будет наименьшим для одной и той же нагрузки. Опишите физические процессы, происходящие в машине.

5. Как изменяются потоки синхронного генератора : холостого хода $Ф_0$, якоря $Ф_я$, результирующий $Ф_г$, если ток возбуждения увеличить, а момент на валу оставить неизменным ? Пусть нагрузка активно-индуктивная.

6. Как изменяются потоки синхронного генератора : холостого хода $Ф_0$, якоря $Ф_я$, результирующий $Ф_г$, если момент на валу увеличить, а ток возбуждения $I_я$ оставить неизменным ?

7. На примере схем раскройте принцип самовозбуждения синхронных генераторов. В чем назначение и особенность тиристорных возбудительных устройств ?

8. Дайте сравнительную оценку ЭДС, наводимых магнитными потоками реакции якоря в обмотках статора явнополюсного и неявнополюсного синхронного генератора. Каким индуктивным сопротивлениям эти ЭДС эквивалентны ?

9. Составьте энергетическую диаграмму синхронной машины.

10. Опишите электрофизические процессы, происходящие в синхронном генераторе при

а) отсутствии тока в обмотке статора;

б) при появлении тока в обмотке статора

11. В чем сущность принципа обратимости синхронных машин ? Чем объясняются некоторые отличительные особенности в устройстве синхронного двигателя ?

12. Опишите причины, вызывающие колебания ротора синхронных машин, и их устранение.

4 Перечень лабораторных и практических работ

Наименование работы	Кол-во часов
Лабораторные работы:	
Исследование внешней, регулировочной и нагрузочной характеристик генератора постоянного тока параллельного возбуждения.	4
Исследование электромеханических характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения	2
Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.	2
Изучение работы электромашинного усилителя	4
Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения	2
Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения	2
Исследование универсального коллекторного двигателя	2
Определение КПД машины постоянного тока методом холостого хода	2
Исследование двухобмоточного силового трансформатора методом холостого хода и короткого замыкания	4
Параллельная работа трансформаторов. Определение величины уравнительного тока параллельно включенных трехфазных трансформаторов, вызванного неравенством их коэффициентов трансформации и принадлежностью к различным группам соединения.	2
Определение группы соединения трехфазных силовых трансформаторов	2
Исследование механических характеристик трехфазного двигателя с короткозамкнутым / фазным ротором	2
Исследование рабочих характеристик трехфазного двигателя с короткозамкнутым / фазным ротором	4
Исследование трёхфазного асинхронного двигателя в однофазном и конденсаторном режимах.	2
Исследование индукционного регулятора	2
Исследование способов пуска трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2
Исследование внешней, регулировочной, и нагрузочной характеристик синхронного генератора.	4
Определение U–образной характеристики синхронного генератора.	2
Определение угловых характеристик синхронного двигателя.	2
Исследование сельсинов	2
Практические занятия	
Расчет параметров обмотки якоря. Выполнение развернутой схемы обмотки якоря машины постоянного тока, определение числа витков, пазов, количества выводов.	4
Расчет параметров и выполнение развернутой схемы обмотки статора	4
Итого	58/50

5 Список использованных источников

Основные источники:

1 Кацман М.М. Электрические машины. М.: Академия, 2013. 496 с

2 Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам. М.: Академия, 2005 480 с.

3 ПС «Электромонтажник домовых электрических систем и оборудования» № 795.

4 ПС «Работник по ремонту трансформаторов в инженерной инфраструктуре электроснабжения населения» № 784.

5 ПС «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей» № 828.

Дополнительные источники:

1 Кацман М. М. Сборник задач по электрическим машинам. М: Изд. центр «Академия», 2008. 157 с

2 Кацман М.М. Электрический привод - М: Академия, 2011. 384 с

Интернет-ресурсы:

1 Автоматизация в промышленности: сетевой журн. URL:http://www.avtprom.ru (Дата обращения: 4. 09.2017).

2 Автоматизация производства (публикации, новости). URL: http://www.ingener.info (Дата обращения: 4. 09.2017).

6 Методические указания к выполнению контрольной работы

Выполнение контрольной работы – это один из основных видов самостоятельной работы студента – заочника, позволяющих освоить программу учебной дисциплины.

Контрольная работа по разделу «Электрические машины» МДК 01.01 включает темы :

1 Машины постоянного тока

2 Трансформаторы

3 Асинхронные машины

4 Синхронные машины

и предназначена для самостоятельного изучения основного программного материала студентами - заочниками электротехнических специальностей.

Работа состоит из четырех заданий. Вариант задания выбирается по двум последним цифрам Вашего шифра (номера зачётной книжки). Так как для заданий 3 и 4 - 50 вариантов, то, если две последние цифры 48, берется вариант 48, если же две последние цифры 98, то номер Вашего варианта будет 98-50=48.

Выполнение контрольной работы рекомендуется проводить в следующем порядке:

- прочесть задания, определить, к какому разделу курса оно относится;
- подобрать необходимые первоисточники по данному вопросу;
- систематизировать имеющуюся информацию;
- продумать последовательность расчётов и провести их;
- проанализировать полученные результаты.

При оформлении контрольной работы необходимо обращать внимание на требования действующего ГОСТ2.105-95 «Общие требования к текстовым документам», и «Руководством по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ (дипломных проектов)», ГТНУ, 2016.

При решении задач необходимо:

- схемы чертить в соответствии с действующими стандартами на буквенные и графические обозначения элементов схем (схемы можно выполнить в графическом редакторе на компьютере);

- список литературы должен быть приведён в конце контрольной работы; при выполнении работы должны быть приведены ссылки на использованную литературу;

- все расчёты производятся в системе СИ;

- правильно оформить графики. Оси координат должны быть обозначены, на осях проставлены масштабные деления и их цифровые значения; чертить графики необходимо на клеточной или миллиметровой бумаге.

- применение ксерокопий в контрольной работе не допускаются.

Для решения задач по теме «Трансформаторы» следует разобраться в физических процессах, происходящих в трансформаторе в режимах холостого хода, короткого замыкания и нагрузки. Изучить параметры трансформатора, порядок их расчета; правила включения трансформаторов в параллельную работу, типы трансформаторов, их особенности, маркировку трансформаторов.

При проверке возможности включения в параллельную работу трансформаторов следует исходить из следующих положений:
Согласно ГОСТ параллельная работа возможна, если:

$$1)\ \ \Delta K = \frac{K_1 - K_2}{K} \cdot 100\% \le 0{,}5\%,$$

где $K = \sqrt{K_1 \cdot K_2}$ – среднее геометрическое значение коэффициента трансформации.

$$2)\ \ \Delta u_к \le 10\ \%,$$

3) Отношение номинальных мощностей трансформаторов, включенных параллельно, должно быть не более чем 3:1.

4) Трансформаторы должны принадлежать к одной группе соединения.

В данной работе есть задание - проверить расчетным путем, как скажется несоблюдение принадлежности трансформаторов к одной группе. В этом случае появляется уравнительный ток. Величина его определяется по формуле :

$$I_{ур} = \frac{\Delta \dot{E}}{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2} = \frac{\Delta \dot{E}}{2Z_к}. \quad (1)$$

По условию задачи и, зная технические данные трансформатора, можно определить фазный ток т .к. линейный ток определяют по формуле, А :

$$I_{1л} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{1л}}. \quad (2)$$

то, например, при соединении обмоток по схеме «звезда»

$$I_{1ф} = I_{1л}.$$

Напряжение короткого замыкания на фазу определяют по формуле, %:

$$U_к = \frac{U_1 \cdot uк\%}{\sqrt{3} \cdot 100\%}. \quad (3)$$

Далее по закону Ома можно определить фазное сопротивление $Z_к$., Ом.

Чтобы определить ΔЕ, можно использовать формулу:

$$\Delta E = 2E_ф \cdot \sin \alpha/2, \quad (4)$$

где $E_ф$ – можно взять фазное напряжение, В,

α - угол в градусах между номерами групп соединения трансформаторов.

Например, на параллельную работу включаются трансформаторы 5-ой и 7-ой групп. Угол сдвига по фазе между одноименными фазными ЭДС в группе 5:

$$30 \cdot 5 = 150°$$

в группе 7:

$$30 \cdot 7 = 210°$$

Значит, $\alpha = 210 - 150 = 60°$

В заключении, вычислив $I_{ур}$, и сравнив его с $I_{1ном}$, делают вывод, что на параллельную работу данные трансформаторы включать нельзя.

Для определения сопротивлений обмоток трансформатора r_1, r_2, x_1, x_2 необходимо предварительно найти сопротивления короткого замыкания $r_к$ и $x_к$. Эти сопротивления, Ом, определяются по формулам:

$$r_к = \frac{P_к}{3 \cdot I_н^2}, \quad (5)$$

$$Z_к = \frac{U_{кф}}{I_{1н}}, \quad (6)$$

$$X_к = \sqrt{Z_к^2 - r_к^2}, \quad (7)$$

$$r_к = r_1 + r_2', \quad (8)$$

$$x_к = x_1 + x_2', \quad (9)$$

где $U_{к\,ф}$ - в условии задачи приводится в % от $U_{ном}$.

Для построения зависимости $\Delta U_2\,\% = f(\cos \varphi_2)$ при номинальной нагрузке ($k_н = 1$) определяется процентные изменения напряжения для различных значений $\cos\varphi_2$. Значение $\cos\varphi_2$ выбираются произвольно.

Остальные задачи по теме «Трансформаторы» особых трудностей не представляют. Все они построены на программном материале.

Задачи по теме «Асинхронные двигатели» предусматривают определение отдельных параметров двигателя и ряда величин, характеризующих его работу. Также требуется знание механической и рабочих характеристик асинхронного двигателя, умение их построить и объяснить форму и основные участки. Также следует более глубоко разобраться в режимах работы асинхронной машины (генераторный, двигательный, торможения противовключением), а также изучить цель и порядок проведения опытов холостого хода и короткого замыкания. Используя справочную литературу, научиться делать расшифровку типа двигателя.

Наиболее часто встречающиеся формулы при решении задач по теме «Асинхронные двигатели»:

1) частота вращения магнитного поля статора, об/мин:

$$n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p}, \qquad (10)$$

где f_1 – частота тока, Гц,
p - число пар полюсов.

Если по условию задачи число пар полюсов не задано, его находят исходя из маркировки двигателя.

2) Мощность двигателя на валу, кВт:

$$P_{ном2} = M_{ном} \cdot \varpi_{ном} = M_{ном} \cdot \frac{2\pi n}{60}, \qquad (11)$$

Отсюда

$$M_{ном} = 9{,}55 \cdot \frac{P_{ном}}{n_{ном}}. \qquad (12)$$

3)Номинальная мощность двигателя определяется по формуле, кВт:

$$P_{ном} = \sqrt{3} \cdot U_л \cdot I_л \cos\varphi, \qquad (13)$$

Номинальный ток, А:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\sqrt{3} U_{ном} \cdot \eta_{ном} \cdot \cos\varphi} \ . \qquad (14)$$

4) Суммарные потери, кВт:

$$\sum p = P_1 - P_{ном} . \qquad (15)$$

5) Частота тока в роторе

$$f_2 = f_1 \cdot S \ . \qquad (16)$$

и т.д.

В зависимости от задания ответы должны сопровождаться схемами, векторными диаграммами, графиками.

Рассмотрим типовые примеры решения задач по темам, предусмотренным данной контрольной работой.

Пример 1

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором типа 4А132М4СУ1 имеет номинальные характеристики : мощность $P_{ном}$ = 11 кВт, напряжение $U_{ном}$ = 380 В, частота вращения ротора n_2 = 1450 об/мин, КПД $\eta_{ном}$ = 0,875, $\cos\varphi_{ном}$ = 0,87, кратность пускового тока $I_п/I_{ном}$ = 7,5, перегрузочная способность $M_{макс}/M_{ном}$= 2,2, кратность пускового момента $M_п/M_{ном}$ = 2.

Определить потребляемую мощность P_1, номинальный, пусковой и максимальный моменты $M_{ном}$, $M_п$, $M_{макс}$, пусковой ток и номинальное скольжение.

Решение :

1) Потребляемая мощность, кВт:

$$P_1 = P_{ном} / \eta_{ном} = 11/0{,}875 = 12{,}6 \text{ кВт}. \qquad (17)$$

т.к. $\eta = \frac{P_2}{P_1}$

2) Номинальный момент, Н*м:

$$M_{ном} = 9{,}55\frac{P_{ном}}{n_2} = 9{,}55\frac{11000}{1450} = 72{,}4H \cdot м.$$

3) Максимальный и пусковой моменты :

$$M_{макс} = 2{,}2M_{ном} = 2{,}2 \cdot 72{,}4 = 159{,}3H \cdot м, \quad (18)$$

$$M_{П} = 2 \cdot M_{ном} = 2 \cdot 72{,}4 = 144{,}8H \cdot м. \quad (19)$$

4) Скольжение:

$$S_{ном} = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1500 - 1450}{1500} = 0{,}033. \quad (20)$$

n_1 = 1500 об/мин – из таблицы синхронных частот.

При необходимости определения фазы обмотки статора при рабочей температуре необходимо воспользоваться формулой, Ом:

$$r_1 = r_{1.20}((1 + 2(\Theta_{раб} - 20)). \quad (21)$$

Суммарные потери рассчитывают по формуле, кВт :

$$\sum P = P_м + P_{э1} + P_{э2} + P_{мех} + P_{доб}, \quad (22)$$

$$P_{э1} = m_1 \cdot I_{1ном}{}^2 \cdot r_1, \quad (23)$$

$$P_{э1} = m_2 \cdot I_2 \cdot r_2 = m_1 \cdot I_2' \cdot r_2', \quad (24)$$

или

$$P_{э2} = S \cdot P_{эм}, \quad (25)$$

$$P_{эм} = P_1 - (P_м + P_{эл}), \quad (26)$$

$$P_{доб} = 0{,}005 \cdot P_1. \quad (27)$$

Условия задач составлены так, что величины магнитных и механических потерь в АД известны.

Если по условию задачи нужно сделать расшифровку обозначения двигателя, необходимо воспользоваться справочной литературой.

Что касается марки АД заданного условием задачи, то условное обозначение двигателя расшифровывается так. Двигатель 4-ой серии , асинхронный, корпус полностью чугунный, высота оси вращения 132 мм, размеры корпуса по длине «М» (промежуточная), сельскохозяйственного назначения, четырехполюсный, для умеренного климата и работы на открытом воздухе.

Пример 2

Три трехфазных трансформатора с одинаковыми группами соединения включены параллельно на общую нагрузку 5100 кВА. Трансформаторы имеют следующие данные :

$S_{1ном}$ = 2500 кВА $u_{к1}$ = 5,4 %

$S_{2ном}$ = 1000 кВА $u_{к1}$ = 5,6 %

$S_{3ном}$ = 1600 кВА $u_{к1}$ = 5,5 %

Определить, который из трансформаторов перегружен и на сколько процентов. На сколько процентов будет использована суммарная мощность трансформаторов, если, если устранить перегрузку трансформаторов ?

Решение :

1) Распределение нагрузки между параллельно работающими трансформаторами определяется по формуле, кВА:

$$S_x = \frac{S \cdot S_{ном}}{u_{кх}\left(\frac{S_{номх}}{u_{кх}}\right)} \qquad (28)$$

Определяется средняя нагрузка каждого трансформатора:

$$\Sigma \sum \frac{S_{номх}}{u_{кх}} = \frac{2500}{5,4} + \frac{1000}{5,6} + \frac{1600}{5,5} = 933 \quad . \qquad (29)$$

2) Теперь, согласно (28) определяется нагрузка каждого трансформатора, кВА

$$S_1 = \frac{5100 \cdot 2500}{5,4 \cdot 933} = 25\,31 \text{ кВА.}$$

$$S_2 = \frac{5100 \cdot 1000}{5,6 \cdot 933} = 976 \text{ кВА.}$$

$$S_3 = \frac{5100 \cdot 1600}{5,5 \cdot 933} = 1590 \text{ кВА.}$$

3) Сравнивается действительная нагрузка трансформаторов с номинальной и делается вывод, что перегружен будет первый трансформатор

$S_{ном1} = 2500$ кВА, а $S_1 = 2531$ кВА

4) на сколько процентов первый трансформатор перегружен

$$\frac{2531 - 2500}{2500} \cdot 100\% = 1,24\ \%.$$

5) Внешнюю нагрузку следует снизить на 1,24 %, а именно

$$S' = S - \frac{1,24 \cdot S}{100} = \frac{5100 - 1,24 \cdot 5100}{100} = 5036,76 \text{ кВА.}$$

6) Суммарная мощность при этом будет использована на 98,76%

$$100\% - 1,24\ \% = 98,76\ \%.$$

Для решения задач по теме «Машины постоянного тока» необходимо знать уравнения ЭДС для генератора:

$$U = E_a - I_a \cdot \Sigma R_a\,, \qquad (30)$$

Для двигателя:

$$U = E_a + I_a \cdot \Sigma R_a, \quad (31)$$

Для определения электромагнитного момента, развиваемого двигателем, используют формулу, Н*м:

$$M = \frac{p \cdot N}{2\pi a} \cdot \Phi \cdot I_a = C_M \Phi I_a, \quad (32)$$

где а – число пар параллельных ветвей;

2а – число параллельных ветвей;

р – число пар полюсов;

2р – число полюсов.

Если величина магнитного потока в условии задачи не задана, то его определяют из формулы:

$$E_a = C_e \cdot n \cdot \Phi, \quad (33)$$

где

$$C_e = \frac{P \cdot N}{60a}. \quad (34)$$

Тогда величину электромагнитного момента рассчитывают по формуле:

$$M = \frac{60 E_a \cdot I_a}{2\pi a} = \frac{E_a \cdot I_a}{\pi n / 30} = \frac{E_a \cdot I_a}{\omega} = \frac{P_{эм}}{\omega}, \quad (35)$$

где $P_{эм} = E_a \cdot I_a$ – электромагнитная мощность, кВт;

ω - угловая частота вращения якоря, рад/с.

Величина полезного номинального момента на валу двигателя определяется по аналогии:

$$M_{ном} = \frac{P_{ном}}{\varpi_{ном}} = \frac{P_{ном}}{2\pi n_{ном}/60} = \frac{60P_{ном}}{2\pi n_{ном}} = 9{,}55\frac{P_{ном}}{n_{ном}} \quad . \tag{36}$$

т.к. полезный момент меньше электромагнитного на величину момента холостого хода M_0, то

$$M_0 = M - M_{ном} \, . \tag{37}$$

Для определения коэффициента полезного действия машины постоянного тока (МПТ) необходимо использовать формулу:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} - \frac{P_2}{P_2 + \sum P} \, . \tag{38}$$

Сумма потерь ΣP включает

1) электрические потери в обмотке якоря $I_a^2 \cdot R_a$, кВт
2) электрические потери в обмотке возбуждения $I_в \cdot U_{ном}$, кВт
3) в щеточном контакте на пару щеток разной полярности, кВт

$$P_щ = 2 \cdot \Delta U_щ \cdot I_a \, . \tag{39}$$

Значение $\Delta U_{щ}$ определяется из справочной литературы по заданному типу щеток.

4) добавочные потери мощности, кВт

$$P_{доб} = 0{,}01\ P_{1ном.} \tag{40}$$

5) Потери в добавочном сопротивлении, кВт

$$P_{э.доб} = I_a^2 \cdot r_{доб,}. \tag{41}$$

Величину $r_{доб}$ рассчитывают по формуле, Ом

$$r_{доб} = \frac{U - E_a}{I_a} - \sum r_a . \tag{42}$$

Из уравнения ЭДС ДПТ

$$U = E_a + I_a \Sigma r_a . \tag{43}$$

Решение задач по теме «Синхронные машины». Величину ЭДС якоря рассчитывают по формуле, В:

$$E = 4{,}44\ f_1\ w_1 k_{обм} \cdot Ф. \tag{44}$$

Номинальный ток генератора, А:

$$I_{1ном} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{m_1 \cdot U_{1ф.ном} \cdot \cos\varphi_{1ном}} . \tag{45}$$

где m_1 – число фаз,

$$I_{1ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{1.ном}} \quad . \tag{46}$$

Активная мощность СГ при его номинальной нагрузке.

$$P_{ном} = m_1 \cdot U_{1.ном} \cdot I_{1ном} \cdot \cos\varphi_1 \cdot 10^{-3}. \tag{47}$$

В задачах, в которых предусмотрено использование синхронного двигателя в качестве синхронного компенсатора реактивной мощности, требуется определить полную мощность и коэффициент мощности cosφ синхронного двигателя, которым заменяют асинхронный.

Если по условию задачи говорится, что синхронный двигатель должен нести ту же активную нагрузку, то решение сводится к определению реактивной мощности синхронного двигателя. С этой целью определяют реактивные мощности цеха до замены двигателя, квар.:

$$Q_{ц1} = S_{ц}^{/} \cdot \sin\varphi_{1ц} . \tag{48}$$

И после замены:

$$Q_{ц2} = S_{ц} \cdot \sin\varphi_{2ц} . \tag{49}$$

а также потребляемую из сети реактивную мощность, квар:

$$Q_{AD} = S \cdot \sin\varphi_{AD}. \tag{50}$$

Тогда реактивную мощность синхронного двигателя определяют из формулы :

$$Q_{ц2} = Q_{ц1} - Q_{AD} - Q_{CD} . \tag{51}$$

Ток нагрузки в сети до включения СК, А:

$$I_C = \frac{S}{\sqrt{3}\cdot U_C} \quad . \tag{52}$$

Активная составляющая этого тока, А:

$$I_{CA} = I_c \cdot \cos\varphi_c \, . \tag{53}$$

При замене двигателей активная составляющая тока остается неизменной.

Реактивная составляющая этого тока:

$$I_{cp} = \frac{Q}{\sqrt{3}\cdot U} \quad . \tag{54}$$

где Q - реактивная мощность после включения СК, квар.

Поэтому ток в сети после включения СК

$$I_c^{'} = \sqrt{I_{ca}^2 + I_{cp}^{'2}} \, . \tag{55}$$

Чтобы решить задачу на определение синхронного индуктивного сопротивления статора синхронного двигателя, необходимо построить векторную диаграмму. Зачастую построение векторной диаграммы начинают с

предположения, что активное сопротивление статора настолько мало, что им и, соответственно, падением напряжения на нем пренебрегают. Тогда уравнение ЭДС синхронного двигателя принимает вид:

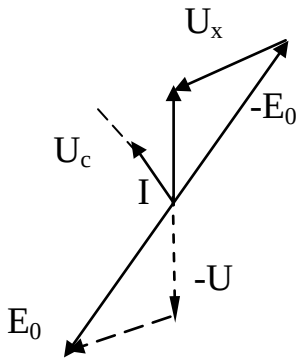
$$\dot{U}_c = (-\dot{E}_0) + E_c \quad . \tag{56}$$

где $E_c = - jI_1 \cdot X_c$, что то же самое $U_x = - jI \cdot X_c$

Согласно данного уравнения векторные диаграммы можно представить:

а) при перевозбуждении (ток опережающий)

Вектор U_x строится под углом 90° к вектору тока в сторону отставания



$U_x = - jI * X_c$

Рисунок 1 - Векторная диаграмма перевозбуждения синхронного двигателя

б) при невозбуждении (ток отстающий)

Вектор U_x строится под углом 90° к вектору тока в сторону опережения.

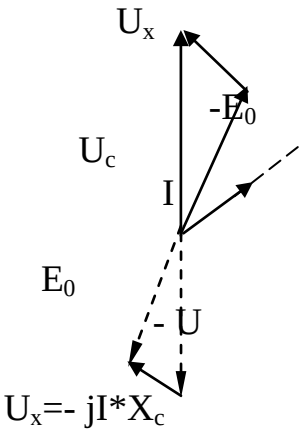


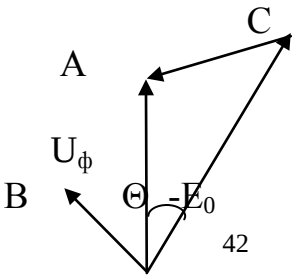
Рисунок 2 - Векторная диаграмма синхронного двигателя при недовозбуждении

Порядок построения векторных диаграмм следующий. Например, ток опережающий:

1 Выбирается масштаб : M_i и $M_и$;
2 Вектор $U_ф$ строят по оси ОУ (ОА);
3 Под углом φ в сторону опережения вектор $\overline{I}$ (ОВ);
4 Под углом 90° в сторону отставания от тока задаётся направление вектора U_x (длина вектора пока произвольная);
5 Из точки О засечкой циркуля проводят дугу радиусом E_0 в масштабе напряжения до пересечения с направлением вектора U_x (получается отрезок ОС);
6 Проводятся векторы $-E_0$ и U_x ;
7 Замеряется отрезок АС и определяется величина $U_x = \overline{m}_и * AC$;
8 Зная величину U_x, определяется индуктивное сопротивление, Ом:

$$X_c = \frac{U_x}{I}. \qquad (57)$$

Полученная диаграмма



I

0

Рисунок 3– Векторная диаграмма синхронного двигателя

Ответы должны сопровождаться схемами, векторными диаграммами, рисунками и графикам

7 Задания для контрольной работы

Задание 1

Вариант 1 – 10

Трехфазный трансформатор, тип которого задан в таблице вариантов, имеет характеристики, приведенные в Приложении А, Б (можно использовать другую справочную литературу). Коэффициент нагрузки равен $k_н$ = 0,8. Коэффициент мощности потребителя cos φ_2 = 0,95.

Определить коэффициент трансформации, номинальные токи в обмотках, действительные токи в обмотках при заданном значении $К_н$, суммарные потери мощности при номинальной нагрузке, КПД трансформатора при работе с заданными значениями $К_н$ и cosφ_2. Также определить величины $r_к$, $X_к$ и $Z_к$, полученные значения привести к рабочей температуре.

Дополнительное задание: расшифровать условное обозначение трансформатора, заданного в таблице вариантов.

Таблица 1.1

№ вар	Тип трансформатора	U_1ном кВ	U_2ном кВ	Схема соединения обмоток
1	ТМ – 400/6	6	0,4	Звезда – звезда с нулевым выводом
2	ТМ – 1600/10	10	0,69	Треугольник – звезда с нулевым выводом
3	ТМ - 63/6	6	0,4	Звезда – звезда с нулевым выводом
4	ТМ - 250/10	10	0,4	То же
5	ТМ - 25/6	6	0,23	****
6	ТМ – 630/10	10	0,4	Треугольник – звезда с нулевым выводом
7	ТМ – 40/6	6	0,23	Звезда - звезда с нулевым выводом
8	ТМ – 1000/10	10	0,4	Треугольник – звезда с нулевым выводом
9	ТМ – 160/6	6	0,4	Звезда – звезда с нулевым выводом
10	ТМ – 100/10	10	0,4	То же

Вариант 11 – 40

Принимая во внимание паспортные данные трансформатора, приведенные для соответствующего варианта, определить коэффициент трансформации К, коэффициент полезного действия $\eta_{ном}$ (при номинальной нагрузке), токи в первичной $I_{ном1}$ и во вторичной $I_{ном2}$ обмотках , фазные первичное $U_{1\,0}$ и вторичное $U_{2\,0}$ напряжения при холостом ходе, сопротивления короткого замыкания $R_к$ и$X_к$, активные R_1, R_2 и реактивные X_1 и X_2 сопротивления обмоток , активное $U_{кр}$ и реактивное $U_{кр}$ падения напряжения при коротком замыкании , вторичное напряжение при токе нагрузки $I_2 = 0{,}5 * I_{2ном}$ и $\cos\varphi_2 = 0{,}7$, обмотки трансформатора соединены «звездой». Полученное значение r и $Z_к$ привести к рабочей температуре.

Дополнительное задание: расшифровать условное обозначение трансформатора, заданного в таблице вариантов. Построить график зависимости $\Delta U_2\,\%$ от $\cos\varphi_2$.

Таблица 1.2

№ вар	Тип	$S_{ном}$ кВА	$U_{1ном}$ кВ	$U_{2ном}$ кВ	P_0 кВт	$P_к$ кВт	$U_к$ %
11	ТМ-25/6-10	25	6	0,23	0,13	0,6	4,5
12	ТМ-25/6-10	25	10	0,4	0,13	0,6	4,5
13	ТМ-40/6-10	40	6	0,23	0,175	0,88	4,5
14	ТМ-40/6-10	40	10	0,4	0,175	0,88	4,5
15	ТМ-63/6-10	63	6	0,23	0,24	1,28	4,5
16	ТМ-63/6-10	63	10	0,4	0,24	1,28	4,5
17	ТМ-100/6-10	100	6	0,23	0,33	1,97	6,5
18	ТМ-100/6-10	100	10	0,4	0,33	1,97	6,5
19	ТМ-160/6-10	160	6	0,23	0,51	2,65	4,5
20	ТМ-160/6-10	160	10	0,4	0,51	2,65	4,5
21	ТМ-250/6-10	250	6	0,23	0,74	3,70	4,5
22	ТМ-250/6-10	250	10	0,4	0,74	3,70	4,5
23	ТМ-400/6-10	400	6	0,23	0,93	5,50	4,5
24	ТМ-400/6-10	400	10	0,4	0,93	5,50	4,5
25	ТМ-630/6-10	630	6	0,23	1,31	7,60	5,5
26	ТМ-630/6-10	400	10	0,4	1,31	7,60	5,5
27	ТМ-1000-6-10	1000	6	0,23	2,45	12,20	5,5
28	ТМ-1000/6-10	1000	10	0,4	2,45	12,20	5,5
29	ТМ-1600/6-10	1600	6	0,23	3,30	18,00	5,5
30	ТМ-1600/6-10	1600	10	0,4	3,30	18,00	5,5
31	ТЗС-160/10	160	6	0,23	0,70	2,70	5,5

Продолжение таблицы 1.2

№ вар	Тип	$S_{ном}$ кВА	$U_{1ном}$ кВ	$U_{2ном}$ кВ	P_0 кВт	$P_к$ кВт	$U_к$ %
32	ТСЗ-160/10	160	10	0,40	0,70	2,70	5,5
33	ТСЗ-250/10	250	6	0,23	1,00	2,70	5,5
34	ТСЗ-250/10	250	10	0,40	1,00	2,70	5,5
35	ТСЗ-400/10	400	6	0,40	1,30	5,40	5,5
36	ТСЗ-630/10	630	6	0,40	2,00	7,30	5,5
37	ТСЗ-1000/10	1000	10	0,40	3,00	11,20	5,5
38	ТМ-20/6-10	20	6	0,40	0,18	0,6	5,5
39	ТМ-20/6-10	20	10	0,40	0,22	0,6	6,5
40	ТМ-30/6	30	6	0,40	0,25	0,85	5,5

Вариант 41 – 60

Определить уравнительный ток, который будет протекать между параллельно работающими двумя одинаковыми трансформаторами, имеющими различные группы соединений. Используя данные таблицы вариантов (таблица 1.3), определить, во сколько раз уравнительный ток больше номинального. Возможна ли параллельная работа этих трансформаторов? Расшифровать марки трансформаторов.

Таблица 1.3

№ вар	Тип трансформаторов	$U_к$, %	Группы соединений
41	ТМ - 400/6	4,5	Y/Y - 2 Y/Δ - 7
42	ТМ – 400/6	4,5	Y/Y - 4 Y/Δ - 3
43	ТМ - 400/100	4,7	Y/Y - 0 Y/Δ - 5
44	ТМ - 400/100	4,7	Y/Y - 6 Y/Δ - 1
45	ТМН – 1000/10	5,5	Y/Δ - 9 Y/Y - 8
46	ТМН – 1000/10	5,5	Y/Δ - 11 Y/Y - 10
47	ТМН – 1600/10	5,5	Y/Y - 6 Y/Δ - 3
48	ТМ – 2500/35	6,5	Y/Y - 8 Y/Δ - 5
49	ТМ – 25/6	4,7	Y/Δ - 9 Y/Y - 6
50	ТМ – 40/6	4,7	Y/Y- 4

Продолжение таблицы 1.3

№ вар	Тип трансформаторов	$U_к$, %	Группы соединений
			Y/Δ - 11
51	ТМ – 63/6	4,7	Y/Y - 2
			Y/Δ - 5
52	ТМ – 250/6	3,7	Y/Δ - 9
			Y/Y - 0
53	ТМ - 25 /6	4,7	Y/Y - 4
			Y/Δ - 11
54	ТМ – 160/6	4,5	Y/Y - 8 Y/Δ - 5
55	ТМ – 1600/10	5,5	Y/Y – 10 Y/Δ - 5
56	ТМ – 250/ 6	3,7	Y/Y - 0 Y/Δ - 3
57	ТМ – 250/6	3,7	Y/Y - 6 Y/Δ - 9
58	ТМ – 40/6	4,5	Y/Y - 0 Y/Δ - 5
59	ТМ – 63/6	4,5	Y/Y - 6 Y/Δ - 11
60	ТМ – 160/6	4,7	Y/Y - 0 Y/ Δ - 5

Вариант 61 – 80

Два трансформатора с одинаковыми группами соединений и одинаковыми коэффициентами трансформации включены в параллельную работу на общую нагрузку, величина которой указана в таблице вариантов (таблица 1.4). Определить, который из трансформаторов будет перегружен и на сколько процентов. Как устранить перегруз трансформатора ? Расшифровать марки трансформаторов.

Таблица 1.4

№ вар	Данные трансформаторов				Общая нагрузка кВА
	$S_{ном1}$, кВА	$S_{ном2}$,кВА	$U_{к1}$, %	$U_{к2}$, %	
61	25	100	4,2	4,5	125
62	100	40	4,5	4,4	140
63	2500	4000	6,5	7,5	6500
64	400	630	4,5	5,5	1030
65	1000	1600	6,5	5,5	2600
	$S_{ном1}$, кВА	$S_{ном2}$,кВА	$U_{к1}$, %	$U_{к2}$, %	
66	25	40	4,5	4,7	65

Продолжение таблицы 1.4

№ вар	Данные трансформаторов				Общая нагрузка кВА
	$S_{ном1}$, кВА	$S_{ном2}$,кВА	$U_{к1}$, %	$U_{к2}$, %	
67	63	100	4,5	6,5	150
68	100	160	6,5	4,5	250
69	250	400	4,2	5,5	650
70	63	160	4,5	4,7	220
71	1600	1000	5,5	5,2	2500
72	630	1000	5,5	5,7	1600
73	160	100	4,7	6,2	260
74	100	63	6,8	6,2	163
75	40	63	4,7	5,1	103
76	6300	6300	7,5	6,8	1260
77	1000	630	5,5	5,2	1630
78	1000	1000	6,5	5,5	2000
79	630	630	5,5	5,2	1260
80	400	400	4,5	4,7	800

Вариант 81 – 90

Пользуясь справочными данными, проверить , возможна ли параллельная работа трансформаторов, указанных в таблице вариантов. Недостающие данные взять в Приложении А (можно использовать другую справочную литературу). Расшифровать условное обозначение трансформаторов.

Таблица 1.5

№ вар	Типы трансформаторов	Общая нагрузка кВА
81	ТМ – 400/6 и ТМ – 630/6	1000
82	ТМ – 400/10 и ТМН – 1000/10	1400
83	ТМ – 400/10 и ТМ – 630/10	1030
84	ТМ – 400/6 и ТМ – 1000/10	1035
85	ТМ – 400/6 и ТМН – 1600/10	2000
86	ТМ – 1000/10 и ТМН – 1600/10	2500
87	ТМН – 2500/35 и ТМ – 4000/35	6600
88	ТМ – 4000/35 и ТМ – 2500/35	6500
89	ТМ – 2500/35 и ТМН – 4000/35	6500
90	ТМ – 6300/35 и ТМН – 6300/35	12500

Вариант 91 – 100

Определить загрузку трансформаторов при их параллельной работе. Как влияет $U_к$% трансформаторов на загрузку? Расшифровать марку трансформаторов

Таблица 1.6

№ вар	Тип трансформатора
91	ТМН – 6300/35 и ТМН – 2500/35
92	ТМ – 400/6 и ТМ – 630/6
93	ТМ – 400/10 и ТМ – 630/10
94	ТМН – 1000/10 и ТМН – 1600/10
95	ТМН – 2500/35 и ТМ – 4000/35
96	ТМН – 1000/10 и ТМ – 630/10
97	ТМН – 1000/10 и ТМ – 400/10
98	ТМ – 63/6 и ТМ – 100/6
99	ТМ – 630/6 и ТМ – 1000/6
100	ТМ – 100/6 и ТМ – 1000/6

Задание 2

Вариант 1 – 30

Асинхронный трехфазный короткозамкнутый электродвигатель единой серии 4А с повышенным пусковым моментом работает при номинальной нагрузке. Линейное напряжение питающей сети U1ном, частота питающего напряжения f_1 = 50 Гц, ток, потребляемый из сети, $I_{1ном}$, пусковой ток $I_п$, кратность пускового тока $I_{1пуск}/I_{1ном}$, мощность на валу $P_{2ном}$, мощность, потребляемая из сети, $P_{1ном}$, суммарные номинальные потери мощности $\Sigma P_{ном}$, КПД $\eta_{ном}$, коэффициент мощности $\cos\varphi_{ном}$, номинальный вращающий момент $M_{ном}$, максимальный момент M_{max}, кратность максимального момента $M_{max}/M_{ном}$, кратность пускового момента $M_{пуск}$, $M_{ном}$, синхронная частота вращения магнитного поля двигателя n_1, частота вращения ротора $n_{2ном}$, скольжения ротора $S_{ном}$ для соответствующего варианта задания приведены в

таблице 2.1. Определить неизвестные величины, отмеченные знаком вопроса (?). Расшифровать марку АД

Таблица 2.1

Технические данные эл.дв.	1	2	3	4	5
	4АР160 S4У3	4АР160М4	4АР180S4	4АР180М4	4АР200М4
$P_{2ном}$,кВт	?	18,5	?	30	37
$U_{1ном}$,В	380	-	380	-	-
$n_{2ном}$,об/м	1470	?	?	?	?
$\eta_{ном}$, %	87,5	88,5	90	90	?
$cos\varphi_{ном}$	0,87	-	?	-	-
$I_{1ном}$, А	?	-	42,74	-	-
$P_{1ном}$,кВт	?	?	24,44	?	40,66
$\Sigma P_{ном}$, кВт	-	?	?	?	?
$M_{ном}$, Н*м	97,45	?	-	194,1	?
$M_{max}/M_{ном}$	-	-	-	-	-
$M_{пуск}/M_{ном}$	2	2	-	2	2
$M_{пуск}$,Н*м	?	?	-	?	477,8
M_{max},Н*м	-	-	-	-	-
$I_{пуск}/I_{ном}$	7,5	-	7,5	-	-
$I_{пуск}$, А	?	-	?	-	-
$S_{ном}$, %	-	1,8	1,8	?	?
n_1,об/мин	определяются по числу полюсов 2р,указанному в обозначении серии двигателя и частоте питающей сети f_1 = 50 Гц				

Продолжение таблицы 2.1

Технические данные эл.дв.	6	7	8	9	10
	4АР200L4	4АР22М4	4АР250S4	4АР250М4	4АР160S6
$P_{2ном}$,кВт	?	55	75	90	?
$U_{1ном}$,В	?	380	380	380	380
$n_{2ном}$,об/м	1482	1480,5	-	1461	979
$\eta_{ном}$, %	?	92,5	?	?	?
$cos\varphi_{ном}$	-	0,88	?	0,88	0,83
$I_{1ном}$, А	-	?	141	?	?
$P_{1ном}$,кВт	48,9	?	?	?	12,86
$\Sigma P_{ном}$, кВт	3,91	?	5,645	6,774	1,86
$M_{ном}$, Н*м	?	?	489,2	?	-
$M_{max}/M_{ном}$	-	2,2	2,2	2,2	-
$M_{пуск}/M_{ном}$	2	-	-	2	-
$M_{пуск}$,Н*м	?	-	-	?	-
M_{max},Н*м	-	?	?	?	-
$I_{пуск}/I_{ном}$	-	-	7,5	-	?
$I_{пуск}$, А	-	-	?	-	?
$S_{ном}$, %	?	-	-	-	?
n_1,об/мин	определяются по числу полюсов 2р,указанному в обозначении серии двигателя и частоте питающей сети f_1 = 50 Гц				

Продолжение таблицы 2.1

Технические данные эл. дв.	11	12	13	14	15
	4AP160M6	4AP180M6	4AP200M6	4AP200L6	4AP225M6
$P_{2ном}$,кВт	?	18,5	?	30	37
$U_{1ном}$,В	220	-	220	-	380
$n_{2ном}$,об/м	?	981	?	?	?
$\eta_{ном}$,%	87,5	87	90,5	?	90,5
$\cos\varphi_{ном}$	?	0,8	0,85	-	0,84
$I_{1ном}$,А	54,27	-	?	-	?
$P_{1ном}$,кВт	17,14	?	?	33,15	?
$\Sigma P_{ном}$,кВт	?	?	?	-	?
$M_{ном}$,Н*м	-	?	213,5	?	-
$M_{max}/M_{ном}$	-	2,2	-	2,2	-
$M_{пуск}/M_{ном}$	-	2	-	?	-
$M_{пуск}$,Н*м	-	?	-	580,5	-
M_{max},Н*м	-	?	-	638,6	-
$I_{пуск}/I_{ном}$	7	-	-	-	7
$I_{пуск}$,А	?	-	-	-	?
$S_{ном}$,%	1,8	-	1,6	?	1,3
n_1,об/мин	определяются по числу полюсов 2р,указанному в обозначении серии двигателя и частоте питающей сети $f_1 = 50$ Гц				

Продолжение таблицы 2.1

Технические данные эл.дв.	16	17	18	19	20
	4AP250S6	4AP250M6	4AP160S8	4AP160M8	4AP180M8
$P_{2ном}$,кВт	45	?	?	11,5	?
$U_{1ном}$,В	-	380	-	220	-
$n_{2ном}$,об/м	?	?	?	773,5	773,5
$\eta_{ном}$, %	91,5	91,5	86	87	86,5
$\cos\varphi_{ном}$	-	0,83	-	0,75	-
$I_{1ном}$, А	-	?	-	?	-
$P_{1ном}$,кВт	?	-	?	?	?
$\Sigma P_{ном}$, кВт	-	-	?	-	-
$M_{ном}$, Н*м	?	?	?	?	195,99
$M_{max}/M_{ном}$	2,2	-	2	-	?
$M_{пуск}/M_{ном}$	-	2	-	1,8	1,8
$M_{пуск}$,Н*м	885,17	1080,76	-	?	?
M_{max},Н*м	973,68	-	196,3	-	390,68
$I_{пуск}/I_{ном}$	-	6,5	-	6	-
$I_{пуск}$, А	-	?	-	?	-
$S_{ном}$, %	?	2,8	2,7	-	?
n_1,об/мин	определяются по числу полюсов 2р,указанному в обозначении серии двигателя и частоте питающей сети $f_1 = 50$ Гц				

Продолжение таблицы 2.1

Технические данные эл.дв.	21	22	23	24	25
	4АР200М8	4АР200L8	4АР225М8	4АР250S8	4АР250М8
$P_{2ном}$,кВт	18,5	-	-	37	45
$U_{1ном}$,В	380	-	-	380	-
$n_{2ном}$,об/м	?	732	?	?	738
$\eta_{ном}$, %	88	88,5	90	90	?
$\cos\varphi_{ном}$	0,72	-	-	0,72	-
$I_{1ном}$, А	?	-	-	?	-
$P_{1ном}$,кВт	?	?	?	?	49,72
$\Sigma P_{ном}$, кВт	?	-	?	-	?
$M_{ном}$, Н*м	-	?	?	478,8	?
$M_{max}/M_{ном}$	-	?	2	2	2
$M_{пуск}/M_{ном}$	-	1,8	-	-	-
$M_{пуск}$,Н*м	-	516,6	-	-	-
M_{max},Н*м	-	574	585,88	?	?
$I_{пуск}/I_{ном}$	5,5	-	-	5,5	-
$I_{пуск}$, А	?	-	-	?	-
$S_{ном}$, %	2,7	?	2,2	-	?
n_1,об/мин	определяются по числу полюсов 2р,указанному в обозначении серии двигателя и частоте питающей сети $f_1 = 50$ Гц				

Продолжение таблицы 2.1

Технические данные эл.дв.	26	27	28	29	30
	4АР160S4	4АР160М4	4АР180S4	4АР180М4	4АР200М4
$P_{2ном}$,кВт	?	18,5	22	?	?
$U_{1ном}$,В	-	220	-	-	380
$n_{2ном}$,об/м	?	?	?	1476	?
$\eta_{ном}$, %	87,5	88,5	90	-	?
$\cos\varphi_{ном}$	-	0,87	-	-	?
$I_{1ном}$, А	-	?	-	-	?
$P_{1ном}$,кВт	?	?	?	?	40,66
$\Sigma P_{ном}$, кВт	-	?	?	3,33	3,66
$M_{ном}$, Н*м	97,45	-	?	?	-
$M_{max}/M_{ном}$	2,2	-	2,2	2,2	-
$M_{пуск}/M_{ном}$	2	-	-	2	-
$M_{пуск}$,Н*м	?	-	-	?	-
M_{max},Н*м	?	-	?	427	-
$I_{пуск}/I_{ном}$	-	7,5	-	-	7,5
$I_{пуск}$, А	-	?	-	-	509,7
$S_{ном}$, %	2	1,8	1,8	?	1,4
n_1,об/мин	определяются по числу полюсов 2р,указанному в обозначении серии двигателя и частоте питающей сети $f_1 = 50$ Гц				

Вариант 31 – 60

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором единой серии 4А имеет номинальные данные, указанные для каждого варианта в таблице.

Определить номинальный $M_{ном}$, начальный пусковой $M_{п}$ и максимальный M_{max} моменты, номинальный $I_{1нач}$ и пусковой $I_{1п}$ токи, частоту тока в роторе $f_{2ном}$ при номинальной нагрузке и в момент пуска $f_{2пуск}$, число пар полюсов обмотки статора р. синхронную угловую частоту вращения магнитного поля ω_1, а также угловую частоту вращения ротора $\omega_{2ном}$ и мощность на зажимах двигателя $P_{1ном}$ при номинальном режиме работы.

Дополнительные задания:

1. Определить максимальный момент M_{max} двигателя при напряжении питающей сети, равном $U_1 = 0{,}9U_{ном}$.
2. Расшифровать условное обозначение двигателя

Таблица 2.2

Технические данные эл.дв.	31	32	33	34	35
	4АА56В4	4АА63А4	4АА64В4	4А71А4	4А71В4
$U_{1ном}$,В	220	380	220	380	660
$P_{2ном}$,кВт	0,18	0,25	0,37	0,55	0,75
$n_{1ном}$,об/м	1500	1500	1500	1500	1500
$S_{ном}$,%	8,9	8,0	9,0	7,3	7,5
$\eta_{ном}$, %	0,64	0,68	0,68	0,7	0,72
$\cos\varphi_{ном}$	0,64	0,65	0,69	0,7	0,73
$m_i=I_{пуск}/I_{ном}$	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0
$m_{пуск}=M_{пуск}/M_{ном}$	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0
$m_{min}=M_{min}/M_{ном}$	1,5	1,5	1,5	1,8	1,8
$m_{кр}=M_{max}/M_{ном}$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2

Продолжение таблицы 2.2

Технические данные эл.дв.	36 4A80A4	37 4A80B4	38 4A90L4	39 4A100S4	40 4A100L4
$U_{1ном}$,В	220	380	660	220	380
$P_{2ном}$,кВт	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0
$n_{1ном}$,об/м	1500	1500	1500	1500	1500
$S_{ном}$,%	5,4	5,8	5,8	4,4	4,6
$\eta_{ном}$, %	0,75	0,77	0,77	0,82	0,84
$\cos\varphi_{ном}$	0,81	0,83	0,83	0,83	0,84
$m_i=I_{пуск}/I_{ном}$	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0
$m_{пуск}=M_{пуск}/M_{ном}$	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
$m_{min}=M_{min}/M_{ном}$	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
$m_{кр}=M_{max}/M_{ном}$	2,2	2,2	2,2	2,4	2,4

Продолжение таблицы 2.2

Технические данные эл.дв.	41 4A112M4	42 4A132S4	43 4A132M4	44 4A160S4	45 4A160M4
$U_{1ном}$,В	660	220	380	660	220
$P_{2ном}$,кВт	5,5	7,5	11	15	18,5
$n_{1ном}$,об/м	1500	1500	1500	1500	1500
$S_{ном}$,%	3,6	2,9	2,8	2,3	2,2
$\eta_{ном}$, %	0,85	0,87	0,87	0,88	0,88
$\cos\varphi_{ном}$	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88
$m_i=I_{пуск}/I_{ном}$	7,0	7,0	7,5	7,0	7,0
$m_{пуск}=M_{пуск}/M_{ном}$	2,0	2,2	2,2	1,4	1,4
$m_{min}=M_{min}/M_{ном}$	1,6	1,7	1,7	1,0	1,0
$m_{кр}=M_{max}/M_{ном}$	2,2	3,0	3,0	2,3	2,3

Продолжение таблицы 2.2

Технические данные эл.дв.	46 4A180S4	47 4A180M4	48 4A200M4	49 4A200L4	50 4A225M4
$U_{1ном}$,В	380	660	220	380	660
$P_{2ном}$,кВт	22	30	37	45	55
$n_{1ном}$,об/м	1500	1500	1500	1500	1500
$S_{ном}$,%	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4
$\eta_{ном}$, %	0,9	0,9	0,91	0,93	0,92
$\cos\varphi_{ном}$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$m_i=I_{пуск}/I_{ном}$	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
$m_{пуск}=M_{пуск}/M_{ном}$	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3
$m_{min}=M_{min}/M_{ном}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$m_{кр}=M_{max}/M_{ном}$	2,3	2,3	2,5	2,5	2,5

Продолжение таблицы 2.2

Технические данные эл.дв.	51	52	53	54	55
	4А250S4	4А250М4	4А280S4	4АА56А2	4АА56В2
$U_{1ном}$,В	220	380	660	220	380
$P_{2ном}$,кВт	75,0	90,0	110,0	0,18	0,25
$n_{1ном}$,об/м	1500	1500	1500	3000	3000
$S_{ном}$,%	1,2	1,3	2,3	8,0	47,5
$\eta_{ном}$, %	0,93	0,93	0,92	0,66	0,68
$\cos\varphi_{ном}$	0,90	0,91	0,9	0,76	0,77
$m_i=I_{пуск}/I_{ном}$	7,0	7,0	6,0	4,0	4,0
$m_{пуск}=M_{пуск}/M_{ном}$	1,2	1,2	1,2	2,0	2,0
$m_{min}=M_{min}/M_{ном}$	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5
$m_{кр}=M_{max}/M_{ном}$	2,3	2,3	2,0	2,2	2,2

Продолжение таблицы 2.2

Технические данные эл.дв.	56	57	58	59	60
	4АА63А2	4АА63В2	4А71А2	4А71В2	4А80А2
$U_{1ном}$,В	220	380	380	220	380
$P_{2ном}$,кВт	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5
$n_{1ном}$,об/м	3000	3000	3000	3000	3000
$S_{ном}$,%	8,3	8,5	5,9	6,3	4,2
$\eta_{ном}$, %	0,7	0,73	0,77	0,77	0,81
$\cos\varphi_{ном}$	0,86	0,86	0,87	0,87	0,85
$m_i=I_{пуск}/I_{ном}$	4,5	4,5	5,5	5,5	6,5
$m_{пуск}=M_{пуск}/M_{ном}$	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1
$m_{min}=M_{min}/M_{ном}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
$m_{кр}=M_{max}/M_{ном}$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,6

Вариант 61 – 70

Используя справочные данные трехфазных асинхронных электродвигателей серии АВ, определить потребляемую из сети мощность P_1, суммарные потери ΣP, номинальный $M_{ном}$, максимальный M_{max} и пусковой $M_п$ моменты, синхронную частоту и номинальное скольжение, если двигатель рассчитан на номинальное напряжение

$U_{ном}$ = 220 В , и обмотка статора соединена звездой.

Дополнительное задание:

Расшифровать условное обозначение двигателя

Таблица 2.3

№ вариантов	Типы двигателей
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70	АВ041 – 2 АВ042 - 2 АВ051 - 2 АВ052 - 2 АВ061 - 2 АВ071 - 2 АВ041 - 4 АВ051 - 4 АВ052 - 4 АВ061 - 4

Вариант 71 – 80

Используя технические данные металлургических электродвигателей серии МТН с фазным ротором, определить перегрузочную способность $M_{max}/M_{ном}$, сумму магнитных и механических потерь $P_{мех}+P_{м}$, номинальное скольжение, ЭДС, наводимую в фазе ротора при номинальной нагрузке, если при пуске ЭДС, наводимая в роторе E_2 = 50 В. Класс нагревостойкости изоляции двигателя F. Двигатель работает от сети напряжением 660 В при соединении обмоток статора звездой.

Таблица 2.4

№ вариантов	Типы двигателей
61	МТН 111 – 6
62	МТН 112 – 6
63	МТН 211 – 6
64	МТН 311 – 6
65	МТН 312 – 6
66	МТН 411 – 6
67	МТН 412 – 6
68	МТН 512 – 6
69	МТН 611 – 6
70	МТН 612 – 6

Дополнительное задание:

Расшифровать условное обозначение двигателя.

Вариант 81 – 90

Используя технические данные металлургических электродвигателей серии МТКН с короткозамкнутым ротором определить : перегрузочную способность, кратность пускового тока, суммарные потери, синхронную частоту, номинальное скольжение. Двигатель рассчитан для включения в сеть на напряжение 220/ 380 В. Номинальное напряжение сети ном U = 380 В.

Дополнительное задание :

1. Начертить схему включения этого двигателя.
2. Расшифровать условное обозначение двигателя.

Таблица 2.5

№ вариантов	Типы двигателей
61	МТКН 111 – 6
62	МТКН 112 – 6
63	МТКН 211 – 6
64	МТКН 311 – 6
65	МТКН 312 – 6
66	МТКН 411 – 6
67	МТКН 412 – 6
68	МТКН 311 – 8
69	МТКН 312 – 8
70	МТКН 312 - 8

Вариант 91 – 100

Используя справочные данные асинхронных двигателей серии 4А, определить потребляемую из сети мощность P_1, синхронную частоту n_1, номинальное скольжение $S_{ном}$, пусковой ток $I_п$, электрические $P_э$ и добавочные $P_{доб}$ потери, если магнитные потери составляют $P_м = 0{,}25*P_э$, а механические $P_{мех} = 0.5*P_э$. Также определить суммарные $\sum P$ потери, максимальный электромагнитный момент. Активное сопротивление фазы обмотки статора при температуре окружающей среды принять равным 0,8 Ом, класс нагревостойкости изоляции двигателя Н. Двигатель работает от сети напряжением 380 В. Обмотка статора соединена звездой.

Дополнительное задание :

Расшифровать условное обозначение двигателя.

Таблица 2.6

№ вариантов	Типы двигателей
61	4А100L2У3
62	4АА63А6У3
63	4А132М2У3
64	4А160S2У3
65	4А200L2У3
66	4А90L4У3
67	4А71В8У3
68	4АА50А4У3
69	4АА50А4У3
70	4А250S10У3

Задание 3

Вариант 1-20

Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет номинальные данные, некоторые из них приведены в таблице вариантов. Сопротивления обмоток указаны при температуре 20°. Используя данные о двигателе, определить все величины, отмеченные прочерками. Сопротивления обмоток пересчитать на рабочую температуру (75°). Начертить схему присоединения двигателя к сети и пояснить назначение всех её элементов.

Таблица 3.1

Технические данные эл.двигателя	Варианты				
	1	2	3	4	5
$P_{ном}$, кВт	-	*4*	-	-	-
P_1, кВт	100	-	-	8	22
$I_{ном}$, А	-	*43,6*	-	-	-
$U_{ном}$, В	440	-	110	220	220
$I_я$,А	-	-	95	-	90
$I_в$, А	-	-	5	1,4	-
$R_я$, Ом	-	-	0,105	0,25	0,1
$R_в$, Ом	44	*30*	-	-	-
$M_{ном}$, Н*м	570	-	90	56,5	180
$n_{ном}$, об/мин	-	-	-	-	-
N	124	*84*	96	144	-
a	2	*1*	2	-	2
Ф, Вб	-	*0,04*	-	0,04	0,02
p	3	*2*	2	2	4
E, В	415	*100*	-	-	-
ΣP, кВт	10	*0,8*	2	1,5	4

Продолжение таблицы 3.1

Технические данные эл.двигателя	Варианты				
	6	7	8	9	10
$P_{ном}$, кВт	90	-	6,5	9	18
P_1, кВт	-	4.8	-	11	-
$I_{ном}$, А	227	-	36,4	100	100
$U_{ном}$, В	440	110	220	-	220
$I_я$,А	-	40	-	-	-
$I_в$, А	10	-	-	-	10
$R_я$, Ом	0,115	0,25	-	-	-
$R_в$, Ом	-	-	157	22	-
$M_{ном}$, Н*м	-	42,7	-	-	-
$n_{ном}$, об/мин	1510	895	1100	955	955
N	-	84	144	96	330
a	2	1	1	-	2
Ф, Вб	0,089	-	-	0,0653	-
p	3	2	2	2	4
E, В	-	-	211,25	100	211
ΣP, кВт	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 3.1

Технические данные эл.двигателя	Варианты				
	11	12	13	14	15
$P_{ном}$, кВт	-	20	-	-	-
P_1, кВт	52	-	-	20	22,7
$U_{ном}$, В	-	-	110	-	-
$\eta_{ном}$	-	-	0,833	-	-
$I_{ном}$,А	-	100	-	-	51,6
$n_{ном,}$ об/мин	1000	1600	885	1440	-
$M_{ном}$, Н*м	440	-	-	-	160
E, В	420	210	100	-	428,5
$I_я$,А	113	-	25,3	-	46,1
$I_в$,А	5	10	-	2,2	-
$R_я$, Ом	-	-	-	0,2	-
$R_в$, Ом	-	-	-	100	-
ΣP, кВт	-	2	0,5	4	2,7

Продолжение таблицы 3.1

Технические данные эл.двигателя	Варианты				
	16	17	18	19	20
$P_{ном}$, кВт	46	-	16	-	2,5
P_1, кВт	-	22	-	-	3
$U_{ном}$, В	440	220	-	440	-
$\eta_{ном}$	-	0,91	0,8	0,88	-
$I_{ном}$,А	-	-	91	-	-
$n_{ном,}$ об/мин	1000	-	-	1200	-
$M_{ном}$, Н*м	-	129	106	160	27
Е, В	-	-	202,2	-	-
$I_я$,А	-	90	88,8	-	-
$I_в$,А	-	-	-	-	2
$R_я$, Ом	0,177	0,11	-	0,25	0,4
$R_в$, Ом	88	-	-	80	55
ΣР, кВт	6	-	-	-	-

Вариант 21 – 30

Электродвигатель постоянного тока серии П имеет параллельную и последова- тельную обмотки возбуждения. В таблице данных приведены некоторые номинальные данные двигателя. Пользуясь этой таблицей, определить следующие величины :

- потребляемую из сети мощность P_1;
- коэффициент полезного действия η;
- ток в параллельной обмотке возбуждения $I_в$;
- ток в обмотке якоря I_a;
- противо - ЭДС, наводимую в обмотке якоря E_a;
- суммарные потери ΣР.

Начертить схему присоединения двигателя к сети и пояснить назначение всех её элементов

Таблица 3.2

Вар	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Тип двигателя	П-41	П-42	П-51	П-41	П-71	П-51	П-41	П-51	П-81	П-42
$U_{ном}$, В	220	110	220	110	220	110	110	220	220	220
$P_{ном}$, кВт	3,2	4,5	6,0	1,5	32,0	2,2	1,0	11,0	14,0	3,8

Вариант 31 – 40

Электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения мощностью $P_{ном}$ включен в сеть напряжением $U_{ном}$, и его якорь вращается с частотой $n_{ном}$. Сопротивление обмотки возбуждения при рабочей температуре $r_в$, а сопротивление обмоток в цепи якоря Σr. В двигателе применены щетки марки ЭГ (см. таблицу 27.1 [1]). Требуется определить электромагнитную мощность и электромагнитный момент при номинальной нагрузке двигателя, сумму магнитных и механических потерь ($P_м + P_{мех}$), а также сопротивление пускового реостата $r_{п.р}$, при котором начальный пусковой ток двигателя был бы равен $2{,}5I_{ном}$.

Начертить схему присоединения такого двигателя к сети и пояснить назначение всех её элементов.

Таблица 3.3

Величины	Варианты				
	31	32	33	34	35
$P_{ном}$, кВт	6	9	14	20	7,1
$U_{ном}$, В	110	220	220	220	220
$n_{ном}$, об/мин	750	1060	1500	2360	750
$\eta_{ном}$, %	81	86	88	89	83
Σr, Ом	0,14	0,26	0,14	0,05	0,45
$r_в$, Ом	34,5	117	117	74	124

Продолжение таблицы 3.3

Величины	Варианты				
	36	37	38	39	40
$P_{ном}$, кВт	11	17	24	15	20
$U_{ном}$, В	220	220	220	220	220
$n_{ном}$, об/мин	1000	1500	2360	750	1000
$\eta_{ном}$, %	87	89	90	83	86
Σr, Ом	0,25	0,11	0,08	0,25	0,17
$r_в$, Ом	124	124	124	53	67

Вариант 41 – 50

Для двигателя постоянного тока независимого возбуждения , данные которого приведены в таблице 1.4, определить :

- ЭДС якоря Е ;
- Электромагнитный вращающий момент М, момент на валу M_2, момент холостого хода M_0;
- Частоту вращения двигателя при номинальной нагрузке и изменении напряжения;
- Частоту вращения двигателя при номинальном напряжении, номинальной нагрузке и пониженном токе возбуждения.

Начертить схему присоединения такого двигателя к сети и пояснить назначение всех её элементов.

Таблица 3.4

Величины	Варианты				
	41	42	43	44	45
$P_{ном}$, кВт	75	19	42	25	70
$U_{ном}$, В	220	220	220	110	220
$I_{ном}$,А	385	102	219	266	361
$n_{ном}$, об/мин	1000	1400	970	1500	600
$R_я$, Ом	0,0142	0,1	0,03	0,017	0,018
C_e	25	31	27	16	15
U_1, В	180	260	230	120	200
$Ф_1$	$0,5Ф_н$	$0,95Ф_н$	$0,6Ф_н$	$0,85Ф_н$	$0,7Ф_н$

Продолжение таблицы 3.4

Величины	Варианты				
	46	47	48	49	50
$P_{ном}$, кВт	55	125	160	22	85
$U_{ном}$, В	110	220	220	440	440
$I_{ном}$,А	500	632	800	500	250
$n_{ном,}$ об/мин	750	1500	1380	1500	750
$R_я$, Ом	0,006	0,006	0,0046	0,004	0,014
C_e	20	23	25	18	21
U_1, В	100	240	210	400	460
$Ф_1$	$0,55Ф_н$	$0,8Ф_н$	$0,65Ф_н$	$0,9Ф_н$	$0,75Ф_н$

Задание 4

Вариант 1 – 10

Имеется трехфазный синхронный генератор мощностью $S_{ном}$, с напряжением на выходе $U_{1ном}$ (обмотка статора соединена «звездой») при частоте тока 50 Гц и частоте вращения n_1. КПД генератора при номинальной нагрузке $\eta_{ном.}$ Генератор работает на нагрузку с $\cos \varphi_{ном} = 0,9$. Требуется определить активную мощность генератора при номинальной нагрузке $P_{ном}$, ток в обмотке статора $I_{1ном}$, требуемую первичному двигателю мощностью P_1 и вращающий момент M_1 при непосредственном механическом соединении валов генератора и первичного двигателя.

Таблица 4.1

Величины	Варианты				
	1	2	3	4	5
$S_{ном}$, кВА	330	400	270	470	230
$U_{1ном}$, кВ	6,3	3,2	0,4	6,3	0,7
$\eta_{ном,}$ %	92	92	90	91	90
n_1, об/мин	1000	750	600	1000	600

Продолжение таблицы 4.1

Величины	Варианты				
	6	7	8	9	10
$S_{ном}$, кВА	600	780	450	700	500
$U_{1ном}$, кВ	3,2	6,3	0,4	6,3	3,2
$\eta_{ном,}$ %	93	93	91	93	92
n_1, об/мин	500	1000	500	1000	600

Вариант 11 – 20

В трехфазную сеть напряжением U_c включен потребитель мощностью $S_{потр}$ при коэффициенте мощности cos φ. Определить мощность синхронного компенсатора $Q_{с.к}$, который следует подключить параллельно потребителю, чтобы коэффициент мощности в сети повысился до значения cos $\varphi^{/}$. На сколько необходимо увеличить мощность синхронного компенсатора, чтобы повысить коэффициент мощности сети еще на 0,05 (таблица 2.2).

Таблица 4.2

Величины	Варианты				
	11	12	13	14	15
U_c, кВ	6,0	10,0	20,0	35,0	6,0
$S_{потр}$, кВА*10^3	0,66	4,5	1,8	2,4	0,8
cos φ	0,70	0,72	0,70	0,75	0,70
cos $\varphi^{/}$	0,90	0,92	0,88	0,90	0,85

Продолжение таблицы 4.2

Величины	Варианты				
	16	17	18	19	20
U_c, кВ	10,0	20,0	35,0	6,0	10,0
$S_{потр}$, кВА*10^3	1,7	1,5	2,3,5	2,0	3,5
cos φ	0,72	0,75	0,74	0,78	0,72
cos $\varphi^{/}$	0,80	0,83	0,85	0,90	0,85

Вариант 21 – 30

Трехфазный синхронный двигатель номинальной мощностью $P_{ном}$ и числом полюсов 2p работает от сети напряжением $U_{1ном}$ (обмотка статора соединена звездой). КПД двигателя $\eta_{ном}$, коэффициент мощности cos $\varphi_{1ном}$ при опережающем токе статора. Перегрузочная способность двигателя λ, а его пусковые параметры определены кратностью пускового тока $I_{п}/ I_{1ном}$ и кратностью пускового момента $M_{п}/M_{ном}$. Значение этих величин приведены в таблице 2.3. Требуется определить : потребляемую из сети двигателем активную мощность P_1 и ток $I_{1ном}$, развиваемый двигателем при номинальной нагрузке вращающий момент $M_{ном}$, суммарные потери ΣP, пусковой момент $M_{п}$ и пусковой ток $I_{п}$, и также вращающий момент M_{max}, при котором двигатель выпадает из синхронизма.

Таблица 4.3

Вар	Величины							
	$P_{ном}$ кВт	$U_{1ном}$ кВ	2p	$\cos\varphi_{1ном}$	$\eta_{ном}$ %	$\frac{I_п}{I_{1ном}}$	$\frac{M_п}{M_{ном}}$	$\frac{M_{мах}}{M_{ном}}$
21	575	6,0	6	0,8	93	5	1,4	1,5
22	600	3,0	10	0,9	92	5,5	1,7	1,5
23	325	3,0	8	0,9	90	4,5	1,7	1,6
24	60	0,38	6	0,8	89	4,5	2,2	1,6
25	160	0,38	6	0,8	90	4,8	2,4	1,5
26	600	6,0	6	0,78	91	5,2	1,2	1,2
27	550	2,5	10	0,8	93	5,4	1,6	1,6

Продолжение таблицы 4.3

Вар	Величины							
	$P_{ном}$ кВт	$U_{1ном}$ кВ	2p	$\cos\varphi_{1ном}$	$\eta_{ном}$ %	$\frac{I_п}{I_{1ном}}$	$\frac{M_п}{M_{ном}}$	$\frac{M_{мах}}{M_{ном}}$
28	430	2,2	8	0,75	89	4,2	1,4	1,3
29	80	0,3	6	0,7	88	4,2	2,0	1,5
30	200	0,4	6	0,85	85	4,6	2,2	1,4

Вариант 31 – 40

Активная нагрузка цеха $P_{ц1}$, при коэффициенте $\cos\varphi_{ц1}$. С целью повышения коэффициента мощности цеха до $\cos\varphi_{ц2}$ асинхронный двигатель заменили синхронным, который предполагается загрузить активной мощностью $P_{сд}$. Определить полную мощность S и коэффициент мощности $\cos\varphi$ синхронного двигателя. Определить также ток цеха до замены асинхронного двигателя синхронным и после замены. Принять напряжение потребителей цеха U = 380 В.

Таблица 4.4

Вар	Величины			
	$P_ц$, кВт	$\cos\varphi_{ц1}$	$\cos\varphi_{ц2}$	$P_{сд}$, кВт
31	1800	0,8	0,95	320
32	3200	0,8	0,85	600
33	2300	0,7	0,8	400
34	1200	0,75	0,8	320
35	1600	0,7	0,85	180
36	1400	0,75	0,9	16
37	1500	0,7	0,8	240
38	1800	0,7	0,8	280
39	2800	0,75	0,85	220
40	1300	0,8	0,95	260

Вариант 41 – 50

Для синхронного двигателя, данные которого приведены в таблице 4.1, определить синхронную частоту вращения n_1, номинальный ток двигателя, построить векторную диаграмму, пренебрегая активным сопротивлением обмотки якоря (статора). Из векторной диаграммы определить угол Θ (между векторами U и E_0), падение напряжения в обмотке якоря U_x и синхронное индуктивное сопротивление обмотки якоря. Обмотки якоря соединены по схеме «звезда», частота напряжения сети 50 Гц.

Таблица 4.5

Вар	Величины						
	$P_{ном}$ кВт	$U_{ном}$ кВ	E_0 В	p	η	cosφ	Состояние магнитной системы
41	2700	10,5	1,4 $U_{ном}$	1	четные	0,9	четные
42	1800	10,0	1,2 $U_{ном}$	1	варианты –	0,8	варианты -
43	2400	6,3	0,8 $U_{ном}$	1	0,93	0,9	недовозбужд
44	1300	6,3	0,8 $U_{ном}$	2		0,9	ение
45	400	6,3	0,9 $U_{ном}$	1	нечетные	0,8	четные
46	380	0,38	1,35 $U_{ном}$	5	варианты –	0,8	варианты -
47	640	0,38	1,3 $U_{ном}$	3	0,87	0,936	перевозбужд
48	450	0,38	0,9 $U_{ном}$	4		0,9	ение
49	2700	9,0	1,3 $U_{ном}$	1		0,9	
50	680	6,3	1,3 $U_{ном}$	3		0,8	

8 Экзаменационные вопросы
по разделу «Электрические машины» МДК.01.01 «Электрические машины»

1. Принцип обратимости электрических машин. Электрофизические процессы, протекающие в элементарном генераторе и элементарном двигателе
2. Устройство коллекторных машин постоянного тока
3. Принцип действия двигателя постоянного тока
4. Принцип действия генератора постоянного тока
5. Реакция якоря машины постоянного тока
6. Универсальный коллекторный двигатель
7. Трансформатор; устройство, принцип действия, назначение, маркировка.
8. Формулы ЭДС, наводимой в обмотках трансформатора
9. Уравнения ЭДС трансформатора
10. Приведенный трансформатор: порядок пересчета параметров. Схемы замещения
11. Цель и порядок проведения опыта холостого хода трансформатора
12. Цель и порядок проведения опыта короткого замыкания трансформатора
13. Упрощенная векторная диаграмма трансформатора
14. Внешняя характеристика трансформатора
15. Потери и КПД трансформаторов
16. Автотрансформаторы
17. Сварочные трансформаторы
18. Сущность опытной проверки группы соединения по методам фазометра и вольтметра.
19. Группы соединения трансформаторов
20. Условия включения трансформаторов на параллельную работу
21. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя

22. Устройство трехфазного асинхронного двигателя, требование к обмотке статора, основные параметры обмотки. Особенности короткозамкнутого и фазного роторов

23. Формулы ЭДС обмотки статора трехфазного асинхронного двигателя

24. Режимы работы асинхронной машины

25. Уравнения напряжений асинхронного двигателя. при неподвижном и вращающемся роторе

26. Уравнения МДС и токов асинхронного двигателя

27. Приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора. Схема замещения

28. Электромагнитный момент асинхронного двигателя. Основные участки графика зависимости электромагнитного момента от скольжения

29. Рабочие характеристики асинхронного двигателя

30. Опыт холостого хода асинхронного двигателя, цель и порядок проведения

31. Опыт короткого замыкания асинхронного двигателя, цель и порядок проведения

32. Пусковые свойства трехфазных асинхронных двигателей. Пуск асинхронного двигателя с фазным и короткозамкнутым ротором

33. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами

34. Способы регулирования частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей

35. Однофазный асинхронный двигатель.

36. Условия, необходимые для создания вращающегося магнитного поля статора

37. Конденсаторные асинхронные двигатели

38. Работа трехфазного асинхронного двигателя от однофазной сети

39. Индукционные регуляторы и фазорегуляторы

40. Типы синхронных машин. Их устройство, принцип работы.

41. Способы возбуждения синхронных машин

42. Реакция якоря синхронной машины при активной, индуктивной, емкостной и смешанной нагрузках

43. Уравнение напряжений и векторные диаграммы синхронного генератора

44. Характеристики синхронного генератора (короткого замыкания, холостого хода,

внешние, регулировочные)

45. Потери и КПД синхронных машин

46. Условия и порядок включения синхронных генераторов на параллельную работу

47. Колебания синхронных машин. Успокоительная обмотка

48. Синхронный двигатель, принцип его работы, пуск и конструктивные особенности

49. Рабочие характеристики синхронного двигателя

50. Выпрямительные устройства: определение, структурная схема, назначение, виды, классификация, применение.

51. Трехфазный выпрямитель с выводом от средней точки трансформатора: схема, принцип выпрямления, временные диаграммы токов и напряжений, расчётные параметры, применение.

52. Трёхфазный мостовой выпрямитель (мост Ларионова): схема, принцип выпрямления, временные диаграммы токов и напряжений, расчётные параметры, применение.

53. Классификация и принцип действия трёхфазных управляемых выпрямителей. Временные диаграммы токов и напряжений.

54. Способы и системы управления тиристорами в управляемых выпрямителях. Практическое применение.

55. Назначение инверторов и их классификация. Инверторы ведомые сетью: схема включения, режимы работы, временные диаграммы.

56. Автономные инверторы тока (АИТ): схемы включения, принцип инвертирования, временные диаграммы, применение.

57. Автономные инверторы напряжения (АИН): схемы включения, принцип работы, временные диаграммы, применение.

58. Элементная база современных инверторов. Параметры и характеристики IGBT- транзисторов.

59. Импульсные преобразователи напряжения, структурная схема, принцип преобразования, элементная база, применение.

60. Преобразователи частоты: схемы, принцип частотного регулирования и способы регулирования (широтно-импульсное и фазоимпульсное), применение.

61. Преобразователь частоты с непосредственной связью: схема, принцип работы, применение.

62. Преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока: схема, принцип работы, применение.

63. Влияние фильтров на внешнюю характеристику выпрямителей. Применение активных фильтров (на биполярных транзисторах).

64. Регуляторы тока: схемы, принцип работы, применение.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

Методист ЗФО Е.Г. Наследникова

Методист по ИТ Ю.В. Пеховкина