**Автономная некоммерческая профессиональная образовательная организация**

**«УРАЛЬСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

**Комплект контрольно-оценочных средств**

**по МДК 01.02 «Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования»**

Программы подготовки специалистов среднего звена

по специальности

13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования»

(базовой подготовки)

2016

|  |  |
| --- | --- |
| Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» (базовой подготовки) программы МДК 01.02 «Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования» | |
| Одобрена цикловой комиссией  электроэнергетики  Председатель комиссии  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.А. Шурова  Протокол № 1  от 25 августа 2016г. | *УТВЕРЖДАЮ*  Заместитель директора по  учебной работе АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Б. Чмель  «29» августа 2016 г. |

Организация-разработчик: АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»

Разработчик: **Данилова Е.В.,** преподаватель по МДК 01.02 «Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования»

АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»

Техническая экспертиза комплекта контрольно-оценочных средств

МДК 01.02 «Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования»

Эксперт:

Методист АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.Ю. Иванова

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА | 4 |
| РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ | 6 |
| РУКОВОДСТВО ПО ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ | 8 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ |  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А Экзаменационные вопросы | 11 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б Экзаменационные задачи | 13 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В Справочный материал | 16 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г Эталоны решения задач | 19 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д Иллюстративный материал | 26 |

**ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА**

Оценочные средства промежуточной аттестации по МДК 01.02 «ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ» составлены в соответствии с требованиями ФГОС к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы СПО 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электромеханического оборудования (по отраслям) (базовой подготовки).

Является компонентом учебно-методического комплекса по ПМ.01 в составе фонда оценочных средств.

1. Форма контроля и его содержание: экзамен

Цели контроля: оценить результаты освоения МДК 01.02 «Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования»

2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

-технические параметры, характеристики и особенности различных видов электрических машин;

-классификацию основного электрического и электромеханического оборудования отрасли;

-элементы систем автоматики, их классификацию, основные характеристики и принципы построения систем автоматического управления электрическим и электромеханическим оборудованием

- правила сдачи оборудования в ремонт и приема после ремонта

уметь:

-определять электроэнергетические параметры электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем;

-подбирать технологическое оборудование для ремонта и эксплуатации электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем, определять оптимальные варианты его использования

**Обладать общими компетенциями**, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

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.

3. Форма проведения экзамена: устная

1. Методика оценивания: по оценочной ведомости освоенных знаний (умений, компетенций), сопоставление с эталоном решение расчетной задачи.
2. Требования к процедуре аттестации

Помещение: аудитория

Оборудование: схемы, задачи, справочные материалы

Инструменты: калькулятор

1. Требования к кадровому обеспечению аттестации

Оценщики (эксперты): преподаватель специальных дисциплин

Ассистент: преподаватель специальных дисциплин

7. Оценочные материалы: экзаменационные билеты, эталон решения задач, экзаменационная ведомость.

**РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ**

Оценка результатов освоения МДК 01.02 проводится в ходе демонстрации обучающимся знаний и умений в процессе выполнения заданий экзаменационного билета.

Итоговая оценка по МДК 01.02, освоение, которого продолжалось в течение нескольких семестров, определяется как среднее арифметическое всех оценок промежуточной аттестации. Итоговая оценка выставляется целым числом в соответствии с правилами математического округления.

**Оценивание ответа по экзаменационному билету**

Обучающийся выбирает случайным образом экзаменационный билет, задачу и иллюстративный материал. Ответы оформляются на специальном листе со штампом образовательного учреждения.

Количество экзаменационных билетов – 15

Каждый экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, задачу и схему (первый вопрос – дать определение (явления, процесса, величины); второй вопрос – охарактеризовать или проанализировать явление, процесс; третий вопрос – решить качественную задачу (проблемную ситуацию профессионального содержания; расчетную задачу); четвертый вопрос – обосновать действия при решении проблемной ситуации нормативными основаниями (правилами, инструкциями)). Экзаменационные материалы с использованием набора контрольных заданий сформированы из двух частей: обязательной, включающей задания минимально обязательного уровня, правильное выполнение которых достаточно для получения удовлетворительной оценки (3), и дополнительной части с более сложными заданиями, выполнение которых позволяет повысить удовлетворительную оценку до 4 или 5.

Время на подготовку к ответу и решение задач – 40 минут.

Критерии оценки: теоретический вопрос и правильно решенная задача оцениваются в 1 балл каждый. Составление спецификации и анализ работы схемы — в 2 балла. Сумма баллов формирует итоговую оценку.

Правильность выполнения практического задания (решение задач) экзаменационного билета устанавливается путем сравнения с эталоном (ПРИЛОЖЕНИЕ Д).

|  |  |
| --- | --- |
| **Аттестационная оценка** | **Критерии оценки** |
| Отлично | Студент исчерпывающе знает весь программный материал, отлично понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) дает правильные, сознательные и уверенные ответы. При решении задач умеет самостоятельно пользоваться полученными знаниями. В устных ответах пользуется литературно правильным языком и не допускает ошибок |
| Хорошо | Студент знает весь требуемый программой материал, хорошо понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) отвечает без затруднений. Умеет применять полученные знания в практических заданиях. В устных ответах пользуется литературным языком и не делает грубых ошибок. |
| Удовлетворительно | Студент обнаруживает знание основного программного учебного материала. При применении знаний на практике испытывает некоторые затруднения и преодолевает их с небольшой помощью преподавателя. В устных ответах допускает ошибки при изложении материала и в построении речи. |
| Неудовлетворительно | Студент обнаруживает незнание большой части программного материала, отвечает, как правило, лишь на наводящие вопросы преподавателя, неуверенно. |

**РУКОВОДСТВО ПО ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Уважаемые студенты!

Формой промежуточной аттестации по II разделу МДК 01.02 является экзамен. Условием допуска к промежуточной аттестации является успешное (оценки 3, 4, 5) выполнение всех контрольных точек текущего контроля.

Итоговая оценка по МДК 01.02, освоение, которого продолжалось в течение нескольких семестров, определяется как среднее арифметическое всех оценок промежуточной аттестации. Итоговая оценка выставляется целым числом в соответствии с правилами математического округления.

**Состав промежуточной аттестации**

В рамках экзамена Вам необходимо выполнить задания экзаменационного билета

Что подлежит оцениванию:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

знать:

-технические параметры, характеристики и особенности различных видов электрических машин;

-классификацию основного электрического и электромеханического оборудования отрасли;

-элементы систем автоматики, их классификацию, основные характеристики и принципы построения систем автоматического управления электрическим и электромеханическим оборудованием

- правила сдачи оборудования в ремонт и приема после ремонта

уметь:

-определять электроэнергетические параметры электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем;

-подбирать технологическое оборудование для ремонта и эксплуатации электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем, определять оптимальные варианты его использования

владеть компетенциями, включающими в себя способность:

- Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования.

- Составлять отчётную документацию по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования.

**Контрольно-оценочные средства**

1. Количество экзаменационных билетов – 22. Каждый экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, задачу и схему. Время на подготовку к ответу и решение задач – 40 минут.

Критерии оценки: теоретический вопрос и правильно решенная задача оцениваются в 1 балл каждый. Составление спецификации и анализ работы схемы — в 2 балла. Сумма баллов формирует итоговую оценку.

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Основные понятия электропривода.
2. Механика электропривода.
3. Регулирование координат электропривода.
4. Выбор двигателей для электроприводов и расчет их требуемой мощности.
5. Управление электроприводом.

**Список рекомендуемых источников для подготовки к экзамену**

Основные источники:

1.Соколова Е.М. Электрическое и электромеханическое оборудование. – М.: Мастерство, 2001

2.Цейтлин Л.С. Электропривод, электрооборудование и основы управления. – М.: Высшая школа, 1995

3.Васин В.М. Электропривод: учебное пособие для ССУЗов. – М.: Высшая школа, 1994

4.Рожкова Л.Д. Электрооборудование станции и п/станций. – М.: Энергия, 1990

5.Федоров А.А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатоиздат, 1997

6.Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию. – М.: Высшая школа, 2000

7.Фотиев М.М. Электропривод и электрооборудование. – М.: Высшая школа, 1995

8.Правила устройства электроустановок. – СПб.: Деан, 1999

9. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. Москва.: Энергоатомиздат, 1992г.

10 Акимова Н.А. и др. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. Москва.: Академия, 2006

11. Зюзин А.Ф. и др. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. Москва.: Высшая школа, 1980г.

12. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. Москва.:

ПрофОбрИздат, 2001г.

Дополнительные источники:

1. ГОСТ 2.710-81. Обозначения буквенно – цифровые в электрических схемах

2. http://elektroinf.narod.ru/ Библиотека электроэнергетика

3. http://www.elektroshema.ru/ Электричество и схемы

4. http://city-energi.ru/about.html Все о силовом электрооборудовании - описание, чертежи, руководства по эксплуатации

5. www.ElectricalSchool.info Школа для электрика. Статьи, советы, полезная информация по устройству, наладке, эксплуатации и ремонту электрооборудования

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**Экзаменационные вопросы**

1. Дайте определение электрического привода. Перечислите и охарактеризуйте виды электропривода.
2. Составьте структурную схему электропривода и поясните устройство и принцип работы его.
3. Запишите уравнения, описывающие поступательное и вращательное движения электропривода и проанализируйте их.
4. Расскажите, как определяется установившееся механическое движение ЭП. Дайте определение механической характеристики двигателя и исполнительного органа.
5. Как Вы понимаете понятие «устойчивость». Расскажите, как можно оценить устойчивость движения с помощью механических характеристик.
6. Перечислите возможные способы регулирования скорости. Охарактеризуйте показатели, которыми оценивается регулирование скорости.
7. Объясните, в каких случаях и каким образом регулируется момент двигателя. В каких случаях возникает необходимость регулирования (ограничения) тока двигателя.. Проанализируйте возможность регулирования тока, пользуясь механическими характеристиками двигателя.
8. Расскажите, для выполнения каких технологических процессов необходимо применять регулирование положения. Поясните, в чем сущность регулирования положения ЭП. Дайте определение позиционирования.
9. Поясните структурное построение ЭП. Расскажите, какие существуют принципы построения замкнутых ЭП. Назовите виды обратных связей.
10. Назовите виды и соответствующие признаки энергетических режимов двигателя.
11. Назовите основные способы регулирования скорости ДПТНВ. Охарактеризуйте регулирование скорости ДПТНВ с помощью резисторов в цепи якоря.
12. Назовите основные способы регулирования скорости ДПТНВ. Охарактеризуйте регулирование тока и момента при пуске, торможении и реверсе.
13. Расскажите, каково устройство асинхронного двигателя. Запишите основные соотношения для трехфазных асинхронных двигателей. Какие режимы работы возможны в АД.
14. Объясните, что такое перегрузочная способность асинхронного двигателя. Используя механическую характеристику двигателя пояснить работу двигателя в двигательном режиме.
15. Перечислите возможные способы регулирования частоты вращения АД. Дайте характеристику регулирования частоты вращения АД с к. з. ротором изменением числа полюсов в обмотке статора.
16. Дайте характеристику регулирования частоты вращения АД изменением частоты питающего напряжения. Скажите, каковы достоинства и недостатки частотного регулирования.
17. Дайте характеристику регулирования частоты вращения АД изменением подводимого напряжения. Поясните, почему в этом случае диапазон регулирования получается узким
18. Расскажите, в чем сущность импульсного регулирования частоты вращения ЭП с АД. Поясните, как осуществляется импульсное изменение подводимого к АД напряжения или сопротивлений резисторов в цепях ротора или статора. Объясните, для чего служат замкнутые ЭП с импульсным регулированием
19. Поясните, какими способами осуществляется торможение АД в его основной схеме включения. Дайте характеристику видов динамического торможения применяемых в асинхронных двигателях. Объясните, как можно в асинхронном двигателе создать генераторный режим. Расскажите, как ограничить ток в асинхронном двигателе при торможении про­ник включением.
20. Расскажите, какие требования предъявляются к пусковым свойствам двигателей. Что необходимо предпринять, чтобы пусковой момент асинхронного двигателя с фазным ротором был равен максимальному значению?
21. Расскажите, какие применяют способы пуска в асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором. Скажите, во сколько раз уменьшаются пусковой ток и пусковой момент при пуске асинхронного двигателя переключением обмотки статора со «звезды» на «треугольник»?
22. Объясните процесс асинхронного пуска синхронного двигателя. Поясните, с какой целью в синхронных двигателях применяют режим перевозбуждения.
23. Дайте определение переходного режима ЭП и скажите, когда он наступает. Поясните, особенности переходных процессов в асинхронном двигателе и их формирование.
24. Назовите энергетические показатели ЭП. Скажите, что входит в состав постоянных и переменных потерь мощности. Поясните, как связаны между собой потери мощности и энергии?
25. Скажите, что дает применение задатчика интенсивности в системе П-Д с точки зрения снижения потерь энергии? Назовите и дайте характеристику существующих способов снижения потерь энергии в переходных про­цессах ЭП?
26. Составьте алгоритм расчета мощности двигателей для продолжительного режима работы.
27. Поясните, как влияет нагревание на работу двигателей. Перечислите, какие Вы знаете формы исполнения и способы охлаждения двигателей
28. Расскажите, как производят проверку выбранного двигателя по нагреву.
29. Скажите, в чем различие между разомкнутыми и замкнутыми системами автоматического управления. Расскажите, по каким принципам строятся разомкнутые схемы управления. Перечислите, какие Вы знаете аппараты дистанционного управления. Поясните принцип действия магнитного пускателя.
30. Скажите, в каких случаях требуется создание замкнутых схем ЭП. Расскажите, какова структура силовой части большинства замкнутых ЭП.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

**Экзаменационные задачи**

|  |
| --- |
| **Задача 1**  Трехфазный асинхронный двигатель включен в сеть напряжением 380 В, частотой 50 Гц. Статический нагрузочный момент на валу двигателя *Мс=180 Нм,* по­лезная мощность двигателя *Рном*, потребляемая из сети мощность *Р1ном*, *КПД ηном =82%*, коэффициент мощности *соs φ1=0,8,* величина тока в фаз­ной обмотке статора *I1ном*, число полюсов *2р=6,* скольжение *Sном=4%* Определить значения недостающих параметров. |
| **Задача 2**  Трехфазный асинхронный двигатель включен в сеть напряжением 380 В, частотой  50 Гц. Статический нагрузочный момент на валу двигателя *Мс,* по­лезная мощность двигателя *Рном=12кВт*, потребляемая из сети мощность *Р1ном=14,6кВт*, *КПД ηном ,* коэффициент мощности *соs φ1=0,78,* величина тока в фаз­ной обмотке статора *I1ном,* число полюсов *2р=4,* скольжение *Sном=3,5%* Определить значения недостающих параметров. |
| **Задача 3**  Для динамического торможения трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором необходимо в цепь ротора включить три резистора с активным сопротивлением по *rт=0,2 Ом*. Ток ротора при торможении *I2ном=300А.* время торможения *tраб=5сек.* Требуется выбрать резистивные элементы |
| **Задача 4**  Для динамического торможения трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором необходимо в цепь ротора включить три резистора с активным сопротивлением по *rт=0,2 Ом*. Ток ротора при торможении *I2ном=230А.* время торможения *tраб=10сек.* Требуется выбрать резистивные элементы. |
| **Задача 5**  Двигатель постоянного тока независимого возбуждения серии 2П с номинальными параметрами: мощность *Рном=17кВт,* напряжение, подводимое к цепи якоря, *Uном=440В,* частота вращения *пном=3000 об/мин*, КПД двигателя *ηном=90%*, сопротивление цепи якоря, приведенное к рабочей температуре, *∑r=0,31 Ом*. Требуется определить сопротивление добавочного резистора *Rд*, который следует включить в цепь якоря, чтобы при номинальной нагрузке двигателя частота вращения якоря составила *0,5пном.* Построить естественную и искусственную механические характеристики двигателя. |
| **Задача 6**  Двигатель постоянного тока независимого возбуждения серии 2П с номинальными параметрами: мощность *Рном=7,1кВт,* напряжение, подводимое к цепи якоря, *Uном=220В,* частота вращения *пном=750 об/мин*, КПД двигателя *ηном=83,5%*, сопротивление цепи якоря, приведенное к рабочей температуре, *∑r=0,48 Ом* . Требуется определить сопротивление добавочного резистора *Rд*, который следует включить в цепь якоря, чтобы при номинальной нагрузке двигателя частота вращения якоря составила *0,5пном.* Построить естественную и искусственную механические характеристики двигателя. |
| **Задача 7**  Определить расчетную мощность трехфазного асинхронного двигателя для привода механизма, работающего в продолжительном режиме S1. Привод нерегулируемый, статический нагрузочный момент механизма *Мс* = *45Нм,* требуемая частота вращения *п=1450±10 об/мин*, КПД механизма  *ηмех=75%*. По условиям эксплуатации требуется двигатель закрытого исполнения IP44; расположение вала горизонтальное; крепление двигателя фланцевое. |
| **Задача 8**  Определить расчетную мощность трехфазного асинхронного двигателя для привода механизма, работающего в продолжительном режиме S1. Привод нерегулируемый, статический нагрузочный момент механизма *Мс* = *45Нм,* требуемая частота вращения *п=1450±10 об/мин*, КПД механизма  *ηмех=75%*. По условиям эксплуатации требуется двигатель закрытого исполнения IP44; расположение вала горизонтальное; крепление двигателя фланцевое. | | |
| **Задача 9**  Рассчитать *трехступенчатый* пусковой реостат двигателя постоянного тока независимого возбуждения, технические данные которого мощность *Рном=7,1 кВт,* напряжение, подводимое к цепи якоря, *Uном=220 В,* ток в цепи якоря, в режиме номинальной нагрузки *Iа.ном=38,6 А*, КПД двигателя  *ηном=83,5 %*, сопротивление цепи якоря, приведенное к рабочей температуре, *∑r=0,48 Ом,* кратность токов равна 2 . | |
| **Задача 10**  Рассчитать *трехступенчатый* пусковой реостат двигателя постоянного тока независимого возбуждения, технические данные которого мощность *Рном=17,0 кВт,* напряжение, подводимое к цепи якоря, *Uном=440 В,* ток в цепи якоря, в режиме номинальной нагрузки *Iа.ном=42,9 А*, КПД двигателя  *ηном=90,0%*, сопротивление цепи якоря, приведенное к рабочей температуре, *∑r=0,31 Ом,* кратность токов равна 2 . |
| **Задача 11**  Крановый двигатель постоянного тока последовательного возбуждения, серии Д мощностью *Рном=22 кВт,* включен в сетьнапряжением *Uном=220 В.*  Двигатель, в режиме номинальной нагрузки при КПД двигателя  *ηном=85 %*, развивает частоту вращения *nном=575 об/мин.* Рассчитать номинальные значения тока якоря и момента и построит график зависимости | |
| **Задача 12**  Крановый двигатель постоянного тока последовательного возбуждения, серии Д мощностью *Рном=22 кВт,* включен в сеть напряжением *Uном=220 В.*  Двигатель, в режиме номинальной нагрузки при КПД двигателя  *ηном=85 %*, развивает частоту вращения *nном=575 об/мин.* Рассчитать номинальные значения тока якоря и момента. | |
| **Задача 13**  В трехфазную сеть напряжением *Uс* *=6, 0кВ* включен потребитель Z мощностью *Sпотр=1,6 МВА* при коэффициенте мощности *соs φ=0,70*. Определить мощность *QСК* синхронного компенсатора СК, который следует подключить параллельно потребителю, чтобы коэффициент мощности в сети повысился до значения *соs φ* *= 0,95*. На сколько при этом уменьшатся потери энергии в сети, если величина этих потерь пропорциональна квадрату тока в этой сети. | |
| **Задача 14**  В трехфазную сеть напряжением *Uс* *=10,0кВ* включен потребитель Z мощностью *Sпотр=4,5МВА* при коэффициенте мощности *соs φ=0,72*. Определить мощность *QСК* синхронного компенсатора СК, который следует подключить параллельно потребителю, чтобы коэффициент мощности в сети повысился до значения *соs φ* *= 0,95*. На сколько при этом уменьшатся потери энергии в сети, если величина этих потерь пропорциональна квадрату тока в этой сети. | | |
| **Задача 15**  Электропривод с установленным двигателем А62-6 пускается вхолостую с моментом нагрузки *Мс*, равным моменту холостого хода *М0 =0,4Мном*. При этом он разгоняется до скорости *n*=*2910 об/мин*. Оценить время разгона, если номинальный момент *Мном=65,5Нм,* максимальный момент *Мкр=2,7Мном,* пусковой момент двигателя*Мп*=*1,3 Мном*, а суммарный моент инерции привода, приведенный к валу двигателя *Ј=0,125кг м2* | | |
| **Задача 16**  Электропривод с установленным двигателем А62-6 пускается вхолостую с моментом нагрузки *Мс*, равным моменту холостого хода *М0 =0,4Мном*. При этом он разгоняется до скорости *n*=*2910 об/мин*.  Оценить время разгона, если номинальный момент *Мном=65,5Нм,* максимальный момент *Мкр=2,7Мном,* пусковой момент двигателя*Мп*=*1,3 Мном*, а суммарный моент инерции привода, приведенный к валу двигателя *Ј=0,125кг м2* | | |
| **Задача 17**  Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения с параметрами Рном = 3 кВт; U=220В; *пн*ом = 1130 об/мин; Iа.ном = 19 А; ηном = 0.72; ∑r= 2,43 Ом; Rном =11,6 Ом, работает в электроприводе лебедки на опускание груза в режиме торможения противовключением при частоте вращения якоря двигателя *п*оп = 0,5*п*ном . Определить сопротивление резистора rт. который следует включить последовательно в цепь якоря двигателя, чтобы при опускании груза ток якоря был равен Iа.оп = 1,4 Iа.ном (см. естественные характеристики) | | |
| **Задача 18**  Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения с параметрами Рном =7,1 кВт; U=220В; *п*ном = 724 об/мин; Iа.ном = 38 А; ηном = 0.835; ∑r=1,48 Ом; Rном =10,5 Ом, работает в электроприводе лебедки на опускание груза в режиме торможения противовключением при частоте вращения якоря двигателя *п*оп = 0,5*п*ном Определить сопротивление резистора rт. который следует включить последовательно в цепь якоря двигателя, что¬бы при опускании груза ток якоря был равен Iа.оп = 1,4 Iа.ном (см. естественные характеристики) | | |

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**Справочный материал**

|  |  |
| --- | --- |
| **К задаче 3** | |
|  |  |
| Графики для определения коэффициентов перегрузки в кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы | |

|  |  |
| --- | --- |
| **К задаче 4** | |
|  |  |
| Графики для определения коэффициентов перегрузки в кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы | |

|  |  |
| --- | --- |
| **К задаче 11** |  |
| Зависимость основного магнитного потока двигателя от тока в цепи якоря |
| **К задаче 12** |  |
| Зависимость основного магнитного потока двигателя от тока в цепи якоря |

|  |
| --- |
| **К задаче 17** |
| 689E8722  Естественные универсальные характеристики ДПТ последовательного возбуждения |

|  |
| --- |
| **К задаче 18** |
| 689E8722  Естественные универсальные характеристики ДПТ последовательного возбуждения |

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

**Эталоны решения задач**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 1**  = 50 Гц  *ηном* = 82%  2р = 6  *Sном* = 4 %  соs φ1=0,8 | Решение:  1 Номинальная частота вращения  2 Полезная мощность двигателя  3 Потребляемая двигателем мощность  4 Потребляемый двигателем ток статора |
| Определить:  *Рном, Р1ном, I1ном* |
| **Задача 2**  *U1*=380 В  *f1* = 50 Гц  *Рном*=12 кВт  *Р1ном* =14,6 кВт  2р = 4  *Sном* = 3,5 %  *соs φ1*=0,78 | Решение:  1 Номинальная частота вращения  2 Статический нагрузочный момент на валу двигателя  3 Коэффициент полезного действия двигателя  4 Потребляемый двигателем ток статора |
| Определить:  *Мс* , *ηном* , *I1ном* |
| **Задача 3**  *rт*=0,2 Ом  *I2ном*=300 А  *tраб*=5с | Решение:  1 Предварительно в качестве резистивного элемента принимаем элемент из константановой ленты размером 10×1,0 мм с длительно допустимым током 42 А и постоянной времени нагревания Тн = 222 с. Определяем коэффициент перегрузки (по таблицам и графикам для задачи 3)  2 Кратковременно допустимый ток элемента  3 Т.к. кратковременный ток по условию задачи 300 А превышает допустимый ток (265 А), то принимаем элемент из константановой ленты размером 10×0,5 мм, сопротивлением R = 0,4 Ом, с длительно допустимым током 30 А и постоянной времени нагревания Тн = 132 с. Определяем коэффициент перегрузки (по таблицам и графикам для задачи 3)  Тогда, кратковременно допустимый ток элемента  4 В каждую фазу ротора включаем резистор из двух элементов и соединяем их параллельно, тогда *,* а допускаемый кратковременно ток  Т.е. |
| Выбрать резистивные элементы |
| **Задача 4**  *rт*= 0,2 Ом  *I2ном*= 230 А  *tраб*= 10с | Решение:  1 Предварительно в качестве резистивного элемента принимаем элемент из константановой ленты размером 10×1,0 мм с длительно допустимым током 42 А и постоянной времени нагревания Тн = 222 с. Определяем коэффициент перегрузки (по таблицам и графикам для задачи 3)  2 Кратковременно допустимый ток элемента  3 Т.к. кратковременный ток по условию задачи 230 А превышает допустимый ток (218 А), то принимаем элемент из константановой ленты размером 10×0,5 мм, сопротивлением R = 0,4 Ом, с длительно допустимым током 30 А и постоянной времени нагревания Тн = 132 с. Определяем коэффициент перегрузки (по таблицам и графикам для задачи 3)  Тогда, кратковременно допустимый ток элемента  4 В каждую фазу ротора включаем резистор из трех элементов и соединяем их параллельно, тогда *,* а допускаемый кратковременно ток  Т.е. |
| Выбрать резистивные элементы |
| **Задача 5**  Рном = 17 кВт  Uном = 440 В  *п*ном = 3000 об/мин  ηном = 90 %,  ∑r = 0,31 Ом | Решение:  1 Ток в цепи якоря в режиме номинальной нагрузки при *п*ном = 3000 об/мин  2 ЭДС в режиме номинальной нагрузки (падением напряжения в щеточном контакте пренебрегаем)  3 Частота вращения идеального холостого хода (пограничная частота вращения)  4 Номинальный момент на валу двигателя  По полученным данным строим естественную механическую характеристику    5 Частота вращения при включении резистора  По вычисленным данным строим искусственную механическую характеристику двигателя  6 Сопротивление резистора |
| Определить Rд.  Построить естественную и искусственную механические характеристики двигателя. |
| **Задача 6**  Рном = 7,1кВт  Uном = 220 В  *п*ном = 750 об/мин  ηном = 83,5 %,  ∑r = 0,48 Ом | Решение:  1 Ток в цепи якоря в режиме номинальной нагрузки при *п*ном = 3000 об/мин  2 ЭДС в режиме номинальной нагрузки (падением напряжения в щеточном контакте пренебрегаем)  3 Частота вращения идеального холостого хода (пограничная частота вращения)  4 Номинальный момент на валу двигателя  По полученным данным строим естественную механическую характеристику    5 Частота вращения при включении резистора  По вычисленным данным строим искусственную механическую характеристику двигателя  6 Сопротивление резистора |
| Определить Rд.  Построить естественную и искусственную механические характеристики двигателя. |
| **Задача 7, 8**  Мс = 45 Н м  *п* = 1450±10 об/мин  ηмех = 75 %.  Исполнение двигателя IP44 | Решение:  1 Расчетная мощность трехфазного асинхронного двигателя  По каталогу на асинхронные двигатели серии 4А выбираем двигатель 4А132М4У3 номинальной мощностью 11 кВт |
| Определить |
| **Задача 9**  Рном = 7,1 кВт  Uном = 220 В  Iа.ном = 38,6 А  ηном = 83,5 %  ∑r = 0,48 Ом | Решение:  1 Принимаем значение начального пускового тока  значение тока переключений  2 Отношение токов  3 Сопротивление резистора третьей ступени пускового реостата  4 Сопротивление резистора второй ступени пускового реостата  5 Сопротивление резистора первой ступени пускового реостата  6 Сопротивление пускового реостата на первой ступени, когда все три резистора соединены последовательно  7 Сопротивление пускового реостата на второй ступени  8 Сопротивление пускового реостата на третьей ступени |
| Рассчитать трехступенчатый пусковой реостат |
| **Задача 10**  Рном = 17 кВт  Uном = 440 В  Iа.ном = 42,9 А  ηном = 90,0 %  ∑r = 0,31 Ом | Решение:  1 Принимаем значение начального пускового тока  значение тока переключений  2 Отношение токов  3 Сопротивление резистора третьей ступени пускового реостата  4 Сопротивление резистора второй ступени пускового реостата  5 Сопротивление резистора первой ступени пускового реостата  6 Сопротивление пускового реостата на первой ступени, когда все три резистора соединены последовательно  7 Сопротивление пускового реостата на второй ступени  8 Сопротивление пускового реостата на третьей ступени |
| Рассчитать трехступенчатый пусковой реостат |
| **Задача 11, 12**  Рном = 22 кВт  Uном = 220 В  *п*ном = 575 об/мин  ηном = 85 %, | Решение:  1 Зависимость между током нагрузки и моментом  Для номинальных значений токов и моментов эта зависимость имеет вид  Переходя к относительному значению тока нагрузки  получим  или |
| Рассчитать:  *Мном*, *Iа ном*  Построить график |
|  | Задавшись рядом относительных значений тока нагрузки I а\* по графику Ф\*= *f* (Iа\*) определяют Ф\* , а затем перемножив эти величины, получают значение М\*  Умножив относительные величины на номинальные, получают именованные значения тока и момента. Результаты вычислений заносят в таблицу, затем строят график   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Параметр | Значения параметра | | | | |  | 0,20 | 0,60 | 1,0 | 1,20 | |  | 0,40 | 0,80 | 1,0 | 1,08 | |  | 0,08 | 0,48 | 1,0 | 1,30 | | I а, А | 24,00 | 71,00 | 118,0 | 142,00 | | М, Н м | 28,00 | 175,00 | 365,0 | 475,00 |   Номинальное значение тока  Номинальное значение момента |
| **Задача 13**  Sпотр = 1,6 МВА  Uс = 6 кВ  *cosϕ*  = 0.70  =0.95 | Решение:  1 Ток нагрузки в сети  2 Активная составлющая этого тока  3 Реактивная мощность сети до подключения синхронного компенсатора  4 Реактивная мощность сети после подключения синхронного компенсатора  5 Для повышения коэффициента мощности до = 0,95. Требуется включение параллельно нагрузке Z синхронного компенсатора мощностью  6 При включении синхронного компенсатора активная составляющая тока в сети не изменится (), а реактивная - станет равной  7 Ток в сети после подключения синхронного компенсатора  8 Потери в сети после подключения синхронного компенсатора составят  от их значения до подключения синхронного компенсатора ΔР, т.е. потери в сети меньшатся на 41 %. |
| Определить мощность QСК  На сколько при этом уменьшатся потери энергии в сети, если величина этих потерь пропорциональна квадрату тока в этой сети. |
| **Задача 14**  Sпотр = 4,5 МВА  Uс = 10 кВ  *cosϕ*  = 0.72  =0.95 | Решение:  1 Ток нагрузки в сети  2 Активная составлющая этого тока  3 Реактивная мощность сети до подключения синхронного компенсатора  4 Реактивная мощность сети после подключения синхронного компенсатора  5 Для повышения коэффициента мощности до = 0,95. Требуется включение параллельно нагрузке Z синхронного компенсатора мощностью  6 При включении синхронного компенсатора активная составляющая тока в сети не изменится (), а реактивная - станет равной  7 Ток в сети после подключения синхронного компенсатора  8 Потери в сети после подключения синхронного компенсатора составят  от их значения до подключения синхронного компенсатора ΔР, т.е. потери в сети меньшатся на 38,4 %. |
| Определить мощность QСК  На сколько при этом уменьшатся потери энергии в сети, если величина этих потерь пропорциональна квадрату тока в этой сети. |
| **Задача 15, 16**  *Мс* = *М0 =0,4Мном*. *n*=*2910 об/мин*  *Мном=65,5Нм*  *Мкр=2,7Мном*  *Мп*=*1,3 Мном*  *Ј=0,125кг м2* | Решение:  1 Среднее значение момента асинхронного двигателя в режиме пуска  2 Время разгона |
| Оценить время разгона |
| **Задача 17**  Рном = 3 кВт  Uном = 220 В  *п*ном = 1130 об/мин  Iа.ном = 19 А  ηном = 0.72  ∑r= 2,43 Ом  Rном =11,6 Ом  *п*оп = 0,5*п*ном  Iа.оп = 1,4 Iа.ном | Решение:  1 По универсальным механическим характеристикам определяем частоту вращения , соответствующую току якоря в режиме естественной характеристики:  2 ЭДС якоря в режиме торможения противовключением при опускании груза  3 Сопротивление резистора, включаемого в цепь якоря при опускании груза в режиме торможения противовключением |
| Определить сопротивление резистора rт |
| **Задача 18**  Рном = 7,1 кВт  Uном = 220 В  *п*ном = 724 об/мин  Iа.ном = 38 А  ηном = 0.835  ∑r= 1,48 Ом  Rном =10,5 Ом  *п*оп = 0,5*п*ном  Iа.оп = 1,4 Iа.ном | Решение:  1 По универсальным механическим характеристикам определяем частоту вращения , соответствующую току якоря в режиме естественной характеристики:  2 ЭДС якоря в режиме торможения противовключением при опускании груза  3 Сопротивление резистора, включаемого в цепь якоря при опускании груза в режиме торможения противовключением |
| Определить сопротивление резистора rт |

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**

**Иллюстративный материал**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 Схема управления трехфазным асинхронным двигателем с использованием магнитного пускателя |  |
| 2 Схема нереверсивного управления трехфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с применением динамического торможения | B02B18CC |
| 3 Схема управления пуском трехфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором | 7D4FDC37 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 4 Схема управления пуском двигателя постоянного тока независимого возбуждения в функции времени с динамическим торможением | 89FD8A5D | | |
| 5 Типовая схема пуска ДПТ в одну ступень в функции времени и динамического торможения в функции ЭДС |  | |
| 6 Типовая схема пуска ДПТ с независимым возбуждением в функции времени |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 7 Типовая схема пуска ДПТ в две ступени в функции времени и динамического торможения в функции ЭДС | | |
|  | | |
| 8 Типовая схема пуска ДПТ в одну ступень в функции времени и динамического торможения в функции ЭДС |  | |
| 9 Схема управления пуском ДПТ в функции времени, реверсом и торможением противовключением в функции ЭДС | | |
|  | | |
| 10 Реверсивная схема управления асинхронным двигателем | |  |
| 11 Типовая схема управления асинхронным двигателем, обеспечивающая его прямой пуск и динамическое торможение в функции времени | |  |
| 12 Типовая схема управления асинхронным двигателем с фазным ротором | |  |
| 13 Замкнутая система П-Д с отрицательной обратной связью по скорости ДПТ независимого возбуждения | |  |
| 14 Регулирование (ограничение) тока и момента ДПТ с помощью нелинейной отрицательной обратной связи по току | | |
|  | | |
| 15 Замкнутая схема электрического привода с ДПТ с обратными связями  по скорости и току | | |
|  | | |
| 16 Узел реверсивной схемы управления двигателем, реализованный на логических элементах | |  |
| 17 Схема управления двухдвигательным электроприводом | |  |
| 18 Структурная схема программируемого контроллера | |  |