

Элементы электромеханики

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Горно-технологических систем и энергетических комплексов имени Н.В. Тихонова
Учебный план	s210504_20_GM20.plx Специальность 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО
Квалификация	Горный инженер (специалист)
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ

Часов по учебному плану	0	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		
аудиторные занятия	0	
самостоятельная работа	0	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
Неделя	16 1/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	2	2	2	2
Иные виды контактной работы	0,25	0,25	0,25	0,25
В том числе инт.	2		2	
Итого ауд.	2,25	2,25	2,25	2,25
Контактная работа	2,25	2,25	2,25	2,25
Сам. работа	105,75	105,75	105,75	105,75
Итого	108	108	108	108

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Ознакомление студентов с основами электромеханики, что поможет им понять основные физические явления, происходящие в электромеханических преобразователях энергии, включая электродвигатели.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:		ФТД.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Физика	
2.1.2	Теория автоматического управления	
2.1.3	Математика	
2.1.4	Горнопроходческие машины	
2.1.5	Электротехника	
2.1.6	Электротехника и основы электроники	
2.1.7	Основы электроники	
2.1.8	Горные машины для открытых горных работ	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Теоретические основы электротехники	
2.2.2	Автоматика	
2.2.3	Автоматические системы стационарных установок	
2.2.4	Локальные энергоисточники	
2.2.5	Оптимизация энергоснабжения на горных работах	
2.2.6	Энерго- и ресурсосбережение на горных предприятиях	
2.2.7	Электробезопасность на горных предприятиях	
2.2.8	Элементы систем автоматики	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-3: владением основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов

Знать:

Уровень 1	общие технологические схемы технического обслуживания и ремонта горных машин
Уровень 2	общие технологические схемы технического и сервисного обслуживания и ремонта горных машин и оборудования различного функционального назначения с учетом требований экологической и промышленной безопасности;

Уметь:

Уровень 1	участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов
Уровень 2	составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством

Владеть:

Уровень 1	методами разработки технической документации для машиностроительного производства
Уровень 2	методами разработки технической и нормативной документации для машиностроительного производства, испытания, модернизации, эксплуатации, технического и сервисного обслуживания и ремонта горных машин и оборудования различного функционального назначения

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- фильтры, регуляторы, корректирующие устройства для регулирования в электроприводе
3.1.2	- системы общие принципы электромеханического преобразования энергии и их практическое применение для проектирования и эксплуатации электрических машин;
3.1.3	- широтно-импульсную модуляцию;
3.1.4	- технические средства регулирования по скольжению и нагрузочному току амплитуды и частоты напряжения на выходе частотного преобразователя без использования обратных связей по скорости вращения ротора для производственных процессов бурения и горного дела;
3.1.5	- цифровые системы управления

3.2	Уметь:
3.2.1	- управлять режимами работы и регулировать параметры преобразования электрической энергии в механическую, включая генерирование и трансформацию электрической энергии;
3.2.2	- осуществлять выбор матричных преобразователей частоты для проектирования сложных электронных устройств, применяемых в электроприводах горных машин и установок;
3.3	Владеть:
3.3.1	- методами моделирования цифровых систем;
3.3.2	- методами составления математических моделей систем автоматического управления, преобразования структурных схем систем управления электродвигателями, принципами работы частотного преобразователя ;
3.3.3	- методами создания и совершенствования силовых и информационных устройств для взаимного преобразования электрической и механической энергии, электрических, контактных и бесконтактных аппаратов для коммутации электрических цепей и управления потоками энергии;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Элементы электромеханики						
1.1	Основные законы электромеханики /Лек/	8	2		Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2	0	
1.2	Основные законы электромеханики /Ср/	8	12		Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2	0	
1.3	Преобразование энергии в электрических машинах /Ср/	8	13,75		Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2	0	
1.4	Асинхронные машины /Ср/	8	12		Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2	0	
1.5	Синхронные машины /Ср/	8	14		Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2	0	
1.6	Электрические машины постоянного тока /Ср/	8	14		Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2	0	
1.7	Трансформаторы /Ср/	8	14		Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2	0	
1.8	Электромеханические преобразования в электрических машинах /Ср/	8	14		Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2	0	
1.9	Преобразование энергии в электромеханическом устройстве /Ср/	8	12		Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2	0	
1.10	/ИВКР/	8	0,25			0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:

- Общая теория электромеханического преобразования энергии
- Физические явления в электромеханических преобразователях и их математические описания в дифференциальной, алгебраической и векторной форме
- Принципы действия, конструктивные исполнения и основные характеристики электромеханических преобразователей (трансформаторов, асинхронных и синхронных машин, коллекторных машин постоянного и переменного тока)
- Параметры и режимы работы электрических машин, эксплуатационные требования к ним
- Тепловые процессы в электрических машинах
- Основные законы электромеханики
- Классификация электрических машин
- Трансформаторы
- Машины постоянного тока

10. Асинхронные машины
11. Синхронные машины
12. Расчет электрических машин с нелинейными параметрами с учетом таких факторов как: насыщение, вытеснение тока, изменение момента инерции, ударные моменты нагрузки, несинусоидальность напряжения
13. Оптимизация электрических машин (по КПД, по отношению момента к массе и др.)
14. Моделирование процессов в электрических машинах постоянного тока
15. Основные элементы конструкции машин постоянного тока и их назначение Характеристики электрических машин постоянного тока (ЭМПТ) в двигательном и генераторном режимах работы
16. Обобщенная модель машины постоянного тока (модель Крона) и её дифференциальные уравнения
17. Задав положительные направления потокоцеплений и токов якоря, определить направления э. д.с. и составляющих электромагнитного момента. Установить соответствие с режимом работы (двигательным, генераторным)
18. Преобразование уравнений обобщенной модели ЭМПТ к нормальной форме (форме Коши)
19. Краткое описание переходных процессов в машинах постоянного тока. Основные задачи и методы их решения
20. Переход от обобщенной модели к модели двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) и её преобразование к нормальной форме
21. Прямой пуск ДПТ НВ. Математическая модель. Методы исследования
22. Решение прямого пуска ДПТ НВ операторным методом
23. Понятие электромагнитной и электромеханической постоянных времени. Влияние электромагнитной и электромеханической постоянных на характер переходного процесса
24. Аналитическое определение времени трогания ДПТ НВ.
25. Определить закон изменения электромагнитного момента в процессе пуска ДПТ НВ
26. Прямой пуск ДПТ параллельного возбуждения. Математическая модель
27. Объяснить соотношение между временем трогания ДПТ НВ и ДПТ ПВ при пуске с нагрузкой типа “сухое трение”
28. Определить закон изменения электромагнитного момента до момента трогания ДПТ ПВ
29. Определение времени трогания ДПТ параллельного возбуждения
30. Определить закон изменения ЭДС - вращения во время пуска ДПТ ПВ
31. Особенности пуска двигателя постоянного тока последовательного возбуждения
32. Математическая модель пуска двигателя последовательного возбуждения
33. Переходные процессы в машинах переменного тока
34. Какие системы координат используют для исследования переходных процессов электрических машин и чем руководствуются при их выборе?
35. Что такое изображающий вектор: тока, напряжения и потокоцепления и как он связан с мгновенными значениями соответствующих величин?
36. Записать и объяснить уравнения электрической машины в векторной форме
37. Уравнения электрического равновесия асинхронной машины в осях α и β
38. Электромагнитная мощность и электромагнитный момент асинхронной машины в осях α и β
39. Изобразить расчётная схема асинхронной машины в разных осях. Преобразования Парка и Кларка.
40. Система базовых величин и преобразование уравнений асинхронной машины к относительным единицам
41. Описать алгоритм моделирования прямого пуска асинхронной машины на ЭВМ
42. Роль подобия в процессе моделирования. Виды подобия: абсолютное, практическое, приближенное (полное, неполное)
43. Переход от обобщенной модели к модели двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) и её преобразование к нормальной форме
44. Электромагнитная мощность и момент. Уравнение движения ЭМПТ

Задания для текущего контроля представлены в Приложении 1.

5.2. Темы письменных работ

К письменным работам по дисциплине «Элементы электромеханики» относится реферат.

Примерные темы рефератов:

Контрольные вопросы и задания для реферата №1

Синхронные машины

1. Устройство и принцип действия синхронных машин
2. Работа синхронного генератора под нагрузкой: продольно-размагничивающая, продольно-намагничивающая и поперечная реакция якоря
3. Реакция якоря в явнополусных синхронных генераторах (теория двух реакций)
4. Характеристики холостого хода и короткого замыкания синхронных генераторов
5. Уравнения и векторная диаграмма ЭДС и напряжений неявнополусных синхронных генераторов
6. Уравнения и векторная диаграмма ЭДС и напряжений явнополусных синхронных генераторов
7. Внешние и регулировочные характеристики синхронных генераторов
8. Электромагнитный момент и угловые характеристики синхронных машин
9. Статическая устойчивость синхронной машины
10. Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу
11. U-образные характеристики синхронных машин
12. Принцип действия и режимы работы синхронных компенсаторов
13. Принцип действия и основные характеристики синхронных двигателей

14. Способы пуска синхронных двигателей
15. Работа синхронных двигателей при постоянном моменте сопротивления
16. Работа синхронных двигателей при постоянном токе возбуждения
17. Рабочие характеристики синхронных двигателей

Контрольные вопросы и задания для реферата №2

Асинхронные машины

1. Устройство и принцип действия асинхронных машин
2. Физические процессы в асинхронной машине с неподвижным ротором
3. Физические процессы в асинхронной машине с вращающимся ротором
4. Приведение ЭДС, токов и сопротивлений ротора к обмотке статора
5. Асинхронная машина с вращающимся ротором. Т-образная схема замещения.
6. Г-образная схема замещения асинхронной машины.
7. назначение и порядок проведения опыта холостого хода асинхронной машины
8. Назначение и порядок проведения опыта короткого замыкания асинхронной машины
9. Уравнение электромагнитного момента асинхронной машины
10. Анализ механических характеристик асинхронной машины в различных режимах работы
11. Влияние напряжения питающей сети и активного сопротивления цепи ротора на механические характеристики
12. Механические характеристики асинхронной машины с учетом пространственных гармоник магнитного поля
13. Построение механических характеристик асинхронных двигателей по каталожным данным
14. Рабочие характеристики асинхронных двигателей
15. Режим генераторного торможения асинхронной машины
16. Асинхронный генератор с самовозбуждением
17. Режим электромагнитного торможения (противовключением) асинхронных машин
18. Асинхронные преобразователи частоты
19. Построение круговой диаграммы асинхронной машины
20. Анализ режимов работы и характеристик асинхронной машины с помощью круговой диаграммы
21. Потери энергии при пуске асинхронных двигателей
22. Конструкция и пусковые характеристики асинхронных двигателей с фазным ротором
23. Пусковые характеристики асинхронных двигателей с двойной беличьей клеткой и с глубокопазым ротором
24. Пуск асинхронных двигателей путем изменения частоты вращения поля статора
25. Пуск асинхронных двигателей при пониженном напряжении
26. Частотное регулирование асинхронных двигателей
27. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей переключением числа пар полюсов
28. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей изменением скольжения
29. Характеристики асинхронных двигателей при отклонениях питающего напряжения
30. Характеристики асинхронных двигателей при несимметрии питающих напряжений
31. Эллиптическое вращающееся поле однофазных асинхронных двигателей
32. Однофазные асинхронные двигатели с пусковой обмоткой и расщепленными полюсами
33. Конденсаторные асинхронные двигатели

Контрольные вопросы и задания для реферата №3

Электрические машины постоянного тока

1. Устройство и принцип действия электрических машин постоянного тока
2. Преобразования энергии в машинах постоянного тока. Принцип обратимости.
3. Обмотки якоря электрических машин постоянного тока: основные понятия и определения
4. Устройство простых петлевых обмоток якоря МПТ
5. ЭДС обмотки якоря МПТ
6. Электромагнитный момент МПТ
7. Понятие о реакции якоря и её влиянии на работу машин постоянного тока.
8. Коммутационные процессы в МПТ и способы улучшения коммутации
9. Генераторы постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением (самовозбуждением)
10. Генераторы постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения
11. Включение генераторов постоянного тока на параллельную работу
12. Тахогенераторы постоянного тока
13. Механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного тока с независимым возбуждением.
14. Механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения
15. Режимы электрического торможения двигателей постоянного тока с независимым возбуждением.
16. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока
17. Исполнительные двигатели постоянного тока с якорным управлением

Контрольные вопросы и задания для реферата №4

Общие вопросы теории электрических машин переменного тока

1. Основные принципы устройства и расчетные показатели обмоток статора электрических машин переменного тока
2. Назначение и устройство распределенных обмоток статора

3. Назначение и устройство обмоток статора с укороченным шагом
4. Применение скоса пазов для компенсации зубцовых гармоник
5. Пульсирующее магнитное поле однофазных обмоток статора
6. Получение вращающегося магнитного поля в многофазных обмотках
7. Аналитическое описание вращающегося магнитного поля трехфазной машины
8. Обмоточный коэффициент и ЭДС обмоток статора электрических машин переменного тока

Контрольные вопросы и задания для реферата №5

Трансформаторы

1. Конструкция однофазных и трёхфазных трансформаторов
2. Магнитные, проводниковые и электроизоляционные материалы, применяемые в трансформаторах.
3. Принцип действия и ЭДС обмоток трансформатора. Коэффициент трансформации
4. Основные уравнения трансформатора.
5. Приведение параметров трансформатора к одной ступени напряжения. Уравнения приведенного трансформатора.
6. Т-образная схема замещения трансформатора
7. Г-образная и упрощенная схемы замещения трансформатора
8. Векторная диаграмма трансформатора при активно-индуктивной нагрузке
9. Векторная диаграмма трансформатора при активно-ёмкостной нагрузке
10. Назначение и порядок проведения опыта холостого хода
11. Назначение и порядок проведения опыта короткого замыкания
12. Внешние характеристики трансформаторов при изменении величины и характера нагрузки
13. Потери мощности и к.п.д. трансформатора.
14. Маркировка выводов и схемы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов
15. Группы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов.
16. Регулирование напряжения в трансформаторах. Трансформаторы ПБВ и РПН
17. Условия включения трёхфазных трансформаторов на параллельную работу
18. Потери и к.п.д. трансформаторов при параллельной работе
19. Определение сопротивления нулевой последовательности трехфазных трансформаторов
20. Токи и напряжения трехфазных трансформаторов при несимметричной нагрузке
21. Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов со схемой соединения звезда – звезда с нулём
22. Несимметричная нагрузка трёхфазных трансформаторов со схемой соединения треугольник – звезда с нулём
23. Переходные процессы при внезапном коротком замыкании выводов вторичной обмотки. Условия возникновения ударных токов.
24. Переходные процессы в трансформаторах: электродинамические силы при внезапном коротком замыкании
25. Переходные процессы при включении трансформатора на холостой ход
26. Устройство и основные характеристики автотрансформаторов
27. Устройство и основные характеристики многообмоточных трансформаторов
28. Трансформаторные преобразователи числа
29. Общие особенности выпрямительных трансформаторов. Коэффициенты схемы
30. Определение расчетной мощности выпрямительных трансформаторов
31. Особенности сварочных трансформаторов. Свойства электрической дуги
32. Основные типы сварочных трансформаторов
33. Основные принципы и этапы расчета трансформаторов

5.3. Оценочные средства

Рабочая программа дисциплины «Элементы электромеханики» обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся по балльно-рейтинговой системе, билеты для проведения промежуточной аттестации.

Все оценочные средства представлены в Приложении 1.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента – лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работы и промежуточной аттестации. Оценочные средства представлены в виде:

- средств текущего контроля: доклад реферата;
- средств итогового контроля: промежуточной аттестации: зачет в 8 семестре.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Каневская Р. Д.	Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта	М.: Недра, 1999
Л1.2	Басинский В. Г., Жернаков А. П., Крылков М. Ю.	Элементы электромагнитной механики [Электронный ресурс МПРИ]: учебное пособие	М.: МПРИ, 2019

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.3	Ред. А.А. Дэндэнгури	Горная электромеханика и транспорт	Тбилиси: Мецниереба, 1987
6.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Ляхомский А. В., Фащенко В. Н.	Управление электромеханическими системами горных машин	М.: МПТУ, 2004
Л2.2	Епифанов А. П.	Электромеханические преобразователи энергии	Санкт-Петербург: Лань, 2004
Л2.3	Отв. ред. А.А. Дзидзигури	Горная электромеханизация и транспорт	Тбилиси: Мецниереба, 1990

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
3-24	Компьютерный класс; Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	12 П.М., 11 столов, 10 компьютеров, проектор	

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по изучению дисциплины «Элементы электромеханики» представлены в Приложении 2 и включают в себя:

1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.
3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.