

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»

Цикловая комиссия общепрофессиональных дисциплин

ЭЛЕКТРОПРИВОД И ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКА

Программа, методические указания,
домашние контрольные работы
и экзаменационные вопросы для учащихся
отделения заочного обучения по специальностям:

2-36 01 01 «Технология машиностроения (по направлениям)»

2-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания»

Минск
2015

Разработала: Скуратович О.В. – преподаватель учреждения образования «Минский государственный машиностроительный колледж».

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В дисциплине «Электропривод и электроавтоматика» отражаются новейшие достижения науки и техники в области электромашиностроения, практику применения регулируемого электропривода и схем тиристорного управления электроприводами постоянного и переменного тока, соблюдать единство терминологии и обозначений в соответствии со стандартами, международную систему единиц измерений.

Программой дисциплины «Электропривод и электроавтоматика» предусматривается изучение свойств, характеристик и возможностей регулирования координат электроприводов постоянного и переменного тока, сведений о системах автоматики и элементах систем автоматики, основных принципах построения замкнутых и разомкнутых систем управления электроприводами с различными типами двигателей.

Изучение дисциплины «Электропривод и электроавтоматика» основывается на знаниях учащихся, полученных по дисциплинам «Физика», «Техническая механика», «Электротехника с основами электроники».

Процесс изучения дисциплины «Электропривод и электроавтоматика» по заочной форме обучения организуется в соответствии с типовой учебной программой для средних специальных учебных заведений по специальностям 2-360101 «Технология машиностроения», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь от 07.09.2011 г. и рабочей программой, утвержденной Директором учреждения образования «Минский государственный машиностроительный колледж».

Цель изучения учебной дисциплины – приобретение учащимися необходимых знаний об организации внешнеэкономической деятельности в Республике Беларусь и в международной практике на современном этапе, что является одним из необходимых условий подготовки квалифицированных специалистов в области экономики и управления.

Изучение дисциплины направлено на формирование и развитие у учащихся:

- экономического мышления, навыков критической оценки хозяйственных ситуаций;
- умения активно действовать в изменяющихся условиях, при сочетании экономических и административных методов государственного управления в экономике;
- социальной ответственности, внимательности, трудолюбия.

В результате изучения дисциплины учащиеся должны:

знать на уровне представления:

- устройство и принцип действия различных видов электроприводов;
- системы автоматики и их элементную базу;

знать на уровне понимания:

- методику расчета основных характеристик отдельных видов приводов технологического оборудования;

– технологическое назначение элементов систем автоматики и систем управления оборудованием;

уметь:

– самостоятельно разбираться в несложных принципиальных схемах различных приводов технологического оборудования;

– выбирать вид и рассчитывать основные характеристики приводов технологического оборудования;

– выбирать наиболее экономически целесообразный вид привода для станочного оборудования.

Заочное обучение дает возможность расширенно изучить дисциплину, так как учащиеся совмещают учебу с работой на предприятиях и заводах, где используются разные виды приводов.

Характер обучения в заочной форме существенно отличается от методики занятий по дневной форме обучения. Особая специфика заключается в направленном самообразовании. 70-80% времени, отведенного на изучение дисциплины, приходится на самостоятельную работу. В программе выделены основные вопросы тем, понятия, которые необходимо изучить и законспектировать.

В межсессионный период учащиеся выполняют домашнюю контрольную работу, которая позволяет приобрести навыки самостоятельной работы над учебным материалом, знания, полученные при изучении других дисциплин, самостоятельно делать выводы и обобщения. Во время сессии учебным планом предусматриваются обзорные лекции, практическое занятие и экзамен.

Условием для допуска учащегося к экзамену является наличие зачетной домашней контрольной работы.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОПРИВОД И ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКА»

Введение

Цели, задачи, предмет дисциплины «Электропривод и электроавтоматика», ее связь с другими учебными дисциплинами.

Понятие электрического привода (ЭП). Классификация электрических приводов по назначению, по характеру движения, по виду силового преобразователя, по роду тока, по числу используемых двигателей. Краткий исторический обзор и основные направления развития электрических приводов.

Тема 1. Структура механической части электропривода

Механические звенья электропривода. Расчетные схемы его механической части. Статические моменты сопротивления. Приведение статических моментов, сил, моментов инерции и поступательно движущихся масс к одному валу. Механические характеристики электродвигателя и исполнительного органа рабочей машины.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие элементы относятся к механической части ЭП?
2. Запишите уравнения, описывающие поступательное и вращательное движения механических элементов.
3. Охарактеризуйте механическое движение исполнительного органа рабочей машины.
4. Что такое момент или сила сопротивления?
5. Перечислите механические звенья электропривода.

Тема 2. Неустановившееся механическое движение электропривода

Уравнение движения электропривода. Неустановившееся движение при постоянных моментах двигателя и нагрузки. Неустановившееся движение при линейных механических характеристиках двигателя и исполнительного органа.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое движение называется установившимся и какое неустановившимся?
2. Что такое динамический момент ЭП?
3. В каких случаях возникает неустановившееся движение ЭП?
4. Какими уравнениями описывается неустановившееся движение?
5. Как можно оценить устойчивость движения?

Тема 3. Электропривод с двигателями постоянного тока независимого возбуждения

Схема включения двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) и режимы его работы. Электромеханические и механические его ха-

рактические в двигательном режиме. Пуск и торможение двигателей.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие серии двигателей постоянного тока выпускаются электротехнической промышленностью?
2. Опишите основную схему включения двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
3. Какие допущения принимаются при выводе формул для характеристик двигателя постоянного тока?
4. Назовите виды и соответствующие признаки энергетических режимов ДПТ НВ.
5. Охарактеризуйте основные способы регулирования скорости ДПТ НВ?

Тема 4. Электропривод с двигателем постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения

Схемы включения, статические характеристики и режимы работы двигателей постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения. Способы их пуска и торможения.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем особенности схемы включения и характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения?
2. В чем особенности схемы включения и характеристик двигателя постоянного тока смешанного возбуждения?
3. Назовите способы регулирования скорости ДПТ ПВ.
4. Назовите способы торможения ДПТ ПВ.

Тема 5. Электропривод с двигателями переменного тока

Схемы включения и режимы работы асинхронного двигателя (АД) с короткозамкнутым и фазным ротором. Электромеханические и механические характеристики АД. Пуск и торможение АД. Регулирование координат с помощью сопротивлений, изменением числа пар полюсов, изменением величины и частоты подводимого напряжения.

Схемы включения, статические характеристики, способы пуска, торможения и режимы работы синхронного двигателя (СД).

Вопросы для самоконтроля

1. Какие серии АД выпускаются электротехнической промышленностью?
2. В каких энергетических режимах может работать АД?
3. Какие достоинства и недостатки имеет способ регулирования координат АД с помощью резисторов?
4. Какими способами осуществляется торможение АД в его основной схеме включения?
5. Что такое динамическое торможение АД?

6. В чем основная особенность переходных процессов в асинхронном ЭП?
7. Охарактеризуйте работу однофазного АД.
8. Какие достоинства присущи СД?
9. Как включается обмотка возбуждения СД при пуске?
10. Как ограничиваются токи при пуске СД? В чем состоят особенности пуска СД?

Тема 6. Общие сведения о системах автоматики

Классификация систем автоматического регулирования по характеру изменения регулируемых параметров, по характеру процессов, происходящих в регулируемом контуре, по динамическому режиму работы регулируемого контура. Элементы автоматики, их общая характеристика. Общие сведения о системах автоматического управления электроприводами (САУ ЭП) и их классификация.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятию «автоматизация».
2. Проклассифицируйте системы автоматического регулирования по характеру изменения регулируемых параметров.
3. Какие системы автоматического регулирования бывают в зависимости от динамического режима работы регулируемого контура?
4. Перечислите элементы автоматики. Дайте им характеристику.
5. Какая есть классификация САУ ЭП?

Тема 7. Датчики

Назначение и область применения датчиков. Классификация датчиков. Датчики времени, скорости, перемещения, положения, тока и напряжения: устройство, принцип действия, основные разновидности.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое назначение и область применения датчиков?
2. Дайте классификацию датчиков по принципу преобразования электрических и неэлектрических величин в электрические, по конструкции, по роду тока и величине напряжения, по току выходного исполнительного органа.
3. Какие есть основные разновидности датчиков времени, скорости, перемещения, положения, тока и напряжения?
4. Опишите устройство и принцип действия электромагнитного реле.
5. Перечислите и поясните действие датчиков координат ЭП.

Тема 8. Электрические аппараты управления и защиты

Классификация электрических аппаратов управления и защиты. Электрические аппараты ручного управления: кнопки и ключи управления, рубильники, пакетные выключатели, контроллеры: устройство, маркировка, область применения. Электрические аппараты дистанционного управления: электромагнитные контакторы и пускатели. Их устройство, принцип действия, область приме-

нения. Автоматические выключатели, их функциональное назначение, устройство, принцип действия. Конструкции и принцип действия расцепителей. Аппараты защиты.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите и поясните принцип действия аппаратов ручного управления.
2. Перечислите и опишите принцип действия аппаратов дистанционного управления.
3. Какие виды защит используются в схемах управления ЭП?
4. С помощью каких аппаратов реализуются различные виды защит в ЭП?
5. Какие виды тормозных устройств применяются в ЭП?
6. Назовите типичные блокировки, применяемые в схемах управления ЭП?

Тема 9. Системы автоматического управления электроприводами

Разомкнутые системы управления. Замкнутые системы управления.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции выполняют разомкнутые схемы управления ЭП?
2. По каким принципам строятся разомкнутые схемы управления пуском, реверсом и торможением двигателей?
3. В каких случаях требуется создание замкнутых схем ЭП?
4. Какова структура силовой части большинства замкнутых ЭП?
5. Какие функциональные аналоговые элементы управления применяются в замкнутых ЭП?

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Домашняя контрольная работа проводится с целью руководства самостоятельной работой учащихся и текущего контроля за их работой над учебным материалом по дисциплине «Электропривод и электроавтоматика» в межсессионный период.

Домашняя контрольная работа состоит из шести теоретических вопросов и одной задачи. Номер варианта соответствует порядковому номеру учащегося по учебному журналу группы.

Работа оформляется на листах формата А4, которые брошюруются в папку (6-10 листов), или в тетради (12 листов).

Контрольная работа в оформленном виде должна иметь следующую структуру:

1. Титульный лист;
2. Содержание работы (вариант задания);
3. Ответ на теоретические вопросы, решение задачи с пояснениями;
4. Список литературы.

При оформлении контрольной работы необходимо придерживаться следующих правил:

- работа должна быть написана разборчиво и аккуратно (либо выполнение на компьютере);
- не допускается сокращение слов (кроме общепринятых сокращений), зачёркивание, исправление;
- при решении задачи необходимо сначала написать условие, а затем её решение;
- решение задачи необходимо производить с подробными комментариями и промежуточными преобразованиями;
- буквенные обозначения величин, входящих в формулы, расшифровывать с указанием их единиц измерения;
- освещение каждого вопроса следует начинать с новой страницы;
- листы должны быть пронумерованы;
- в конце выполненной контрольной работы проставляется дата сдачи на рецензирование и личная подпись учащегося.

Выполненная домашняя контрольная работа высылается учащимся в УО «Минский государственный машиностроительный колледж» на рецензирование в сроки, установленные учебным графиком.

Варианты заданий домашней контрольной работы № 1

№ варианта	№№ вопросов 1 уровня	№№ вопросов 2 уровня	№№ вопросов 3 уровня	Данные для решения задачи									Условия установки
				P_1 , кВт	P_2 , кВт	P_3 , кВт	P_4 , кВт	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с	t_4 , с	n , мин ⁻¹	
1	3, 18	2, 16	2, 16	12	6	4	–	30	40	50	–	3000	Сухое, без пыли
2	2, 19	3, 18	1, 19	25	19	12	–	15	25	40	–	3000	– « –
3	1, 17	4, 20	3, 20	26	55	38	22	10	20	15	40	500	– « –
4	4, 21	1, 19	5, 18	16	10	12	11	10	15	30	25	2900	– « –
5	6, 20	6, 17	4, 17	16	8	4	16	20	40	15	20	1000	– « –
6	7, 16	7, 20	7, 16	12	6	4	–	20	40	15	–	3000	Нормал. среда
7	9, 22	5, 16	6, 19	6	20	11	25	30	10	20	15	980	– « –
8	5, 24	10, 15	9, 20	6	12	9	4	10	20	30	20	980	– « –
9	8, 23	9, 19	8, 18	15	10	12	11	20	40	15	30	2900	– « –
10	10, 25	8, 16	11, 16	16	10	12	11	40	20	30	25	975	– « –
11	12, 26	12, 17	10, 17	20	15	10	–	15	25	15	–	3000	– « –
12	11, 28	13, 18	13, 18	14	10	12	11	25	40	40	30	1470	– « –
13	14, 29	11, 20	12, 19	12	20	10	–	40	20	30	–	3000	– « –
14	13, 23	14, 15	15, 20	13	6	5	–	20	40	50	–	3000	– « –
15	15, 30	13, 17	14, 18	14	10	12	11	10	15	30	25	1470	– « –
16	16, 5	11, 16	3, 17	16	34	24	10	10	20	30	20	600	– « –
17	6, 22	3, 17	4, 20	12	6	4	–	20	40	15	–	3000	– « –
18	4, 18	5, 19	1, 17	25	19	12	–	15	25	20	–	1000	Сухое, без пыли
19	7, 19	1, 20	2, 18	14	10	12	11	10	15	30	25	1470	– « –
20	8, 25	4, 15	7, 19	26	55	38	22	10	20	30	20	500	– « –
21	4, 28	2, 19	6, 20	15	10	12	11	10	15	30	25	2900	– « –
22	10, 16	7, 17	5, 16	12	6	4	–	20	40	15	–	3000	Нормальная
23	11, 24	9, 16	8, 19	18	34	24	10	10	30	20	30	6000	– « –
24	2, 17	8, 18	10, 20	25	19	12	–	15	20	30	–	1000	– « –
25	3, 26	11, 19	12, 17	18	10	12	15	10	40	45	60	1450	– « –
26	9, 27	10, 20	11, 18	25	20	10	–	30	15	50	–	1000	– « –
27	1, 30	12, 18	14, 19	14	20	15	10	20	10	30	40	1470	Сухое, без пыли
28	12, 23	14, 17	15, 16	18	10	12	10	10	15	30	25	1450	– « –
29	14, 16	13, 19	13, 20	25	20	10	–	15	20	40	–	3000	– « –
30	15, 22	6, 15	9, 18	16	8	4	–	20	40	60	–	1000	– « –

1. Уровень представления

Поясните:

1. Электропривод – это ...
2. Групповой электропривод – это ...
3. Одиночный электропривод – это ...
4. Многодвигательный электропривод – это ...
5. Асинхронный электродвигатель – это ...
6. Синхронный электродвигатель – это ...
7. Контроллер, магнитный пускатель – это ...
8. Тепловое реле – это ...
9. Номинальная частота вращения – это ...
10. Номинальная мощность электродвигатель – это ...
11. Скольжение (асинхронный электродвигатель) – это ...
12. Уравнение движения – это ...
13. Момент динамический – это ...
14. Момент сопротивления – это ...
15. Вращающий момент – это ...
16. Автоматика – это ...
17. Автоматизация – это ...
18. Частичная автоматизация – это ...
19. Комплексная автоматизация – это ...
20. Полная автоматизация – это ...
21. Управление – это ...
22. Автоматический контроль – это ...
23. Сигнализация – это ...
24. Блокировка – это ...
25. Автоматическая защита – это ...
26. Автоматическое регулирование – это ...
27. Объект автоматического регулирования – это ...
28. Система автоматического регулирования – это ...
29. Критическое скольжение – это ...
30. Естественная механическая характеристика – это ...

2. Уровень представления

Перечислите:

1. Классификацию электроприводов.
2. Виды механических характеристик асинхронных электродвигатель переменного тока.
3. Конструкции двигателей переменного тока.
4. Конструкции двигателей постоянного тока.
5. Способы пуска электродвигатель переменного тока.
6. Способы торможения электродвигатель переменного тока
7. Аппараты управления работой электродвигатель.
8. Аппараты защиты электродвигатель.
9. Моменты, составляющие уравнение движения.

10. Способы регулирования частоты вращения двигателя переменного тока.
11. Способы регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока.
12. Основные узлы двигателя переменного тока с короткозамкнутым ротором.
13. Основные узлы двигателя постоянного тока
14. Основные типы двигателей постоянного тока.
15. Классификационные группы автоматических систем.
16. Классификацию датчиков в системе автоматики.
17. Электрические датчики.
18. Генераторные датчики.
19. Магнитоуправляемые контакты.
20. Режимы работы электропривода.

3. Уровень понимания

Опишите:

1. Способ пуска электродвигатель переменного тока (на пониженном напряжении).
2. Способ пуска электродвигатель переменного тока с переключением обмоток со «звезды» на «треугольник».
3. Способ пуска электродвигатель переменного тока с фазным ротором.
4. Способ торможения противовключением.
5. Динамический способ торможения электродвигатель.
6. Электромеханический метод торможения электродвигатель.
7. Рекуперативный (генераторный) метод торможения электродвигатель.
8. Конденсаторный метод торможения электродвигатель.
9. Способы пуска электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением.
10. Способ пуска электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением.
11. Способ пуска электродвигатель постоянного тока со смешанным возбуждением.
12. Уравнение движения.
13. Работу тиристорного электропривода.
14. Работу магнитного реле.
15. Работу теплового реле.
16. Работу разомкнутой системы автоматического регулирования.
17. Работу замкнутой системы автоматического регулирования.
18. Принцип действия датчиков-модуляторов.
19. Принцип действия генераторных датчиков.
20. Принцип действия магнитоуправляемых контактов.

ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Уровень представления (пояснить)

1.1 Номинальная мощность – мощность, для работы с которой в номинальном режиме машина предназначена заводом-изготовителем. Для различных типов машин номинальной мощностью является:

- для генераторов переменного тока – полная электрическая мощность на выводах при номинальном коэффициенте мощности, ВА;
- для генераторов постоянного тока – электрическая мощность на выводах машины, Вт;
- для двигателей переменного и постоянного тока – механическая мощность на валу, Вт;
- для синхронных и асинхронных компенсаторов – реактивная мощность на выводах компенсатора, вар.

1.2 Объект автоматического регулирования – это агрегат или элемент системы, в котором происходит процесс регулирования, при котором операции выполняются посредством системы, функционирующей без вмешательства человека с заранее заданным алгоритмом.

2. Уровень представления (перечислить)

2.1 Аппараты защиты электродвигателя

Аппараты защиты электродвигателя от коротких замыканий. Данная защита должна отключать электродвигатель при появлении в его силовой (главной) цепи управления токов короткого замыкания. Большой выбор устройств осуществляющие защиту от коротких замыканий представлены на нашем сайте и все они действуют практически мгновенно, т.е. без выдержки времени.

Аппараты защиты электродвигателя от перегрузки. В основном защита от перегрузки предохраняет электродвигатель от перегрева, в том числе и при сравнительно небольших по величине, но продолжительных по времени тепловых перегрузках. При таких режимах защита обязательно должна применяться, особенно для электродвигателей у которых возможны ненормальные увеличения нагрузки. Защита должна отключать электродвигатель при возникновении перегрузки с определённой выдержкой по времени, тем большей, чем меньше перегрузка, а при значительных - мгновенно.

Аппараты защиты электродвигателя от понижения или исчезновения напряжения. Так называемая "нулевая защита" действует на отключение двигателя при перерыве питания или снижении напряжения сети (ниже установленного значения). Таким образом предохраняет двигатель от самопроизвольного включения после ликвидации перерыва питания или восстановления нормального напряжения сети.

Аппараты защиты электродвигателя от работы на двух фазах. Защита предохраняет электродвигатель от перегрева, а так же от "опрокидывания", т.е.

остановки под током вследствие снижения момента, развиваемого двигателем, при обрыве одной из фаз главной цепи. В основном защита действует на отключение двигателя.

Специальные аппараты защиты электродвигателей. Существуют и другие виды защиты: от повышенного напряжения, от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью, от увеличения скорости вращения и т.д.

2.2 Классификация датчиков в системе автоматики

Датчик – это элемент измерительного, сигнального, регулирующего или управляющего устройства, преобразующий контролируемую величину (температуру, давление, частоту, силу света, электрическое напряжение, ток и т.д.) в сигнал, удобный для измерения, передачи, хранения, обработки, регистрации, а иногда и для воздействия им на управляемые процессы.

Классификация датчиков:

1. По принципу действия датчики разделяются на параметрические и генераторные.

Параметрическими называются датчики, преобразующие входную физическую величину в один из параметров электрической цепи (напряжение, ток, индуктивное, активное или реактивное сопротивление).

Генераторные датчики – это датчики, преобразующие входную физическую величину в Э.Д.С.

2. По виду входной величины бывают: датчики перемещения, датчики давления, температуры, скорости, ускорения, усилия и т.д.

3. По виду входного сигнала бывают электрические и неэлектрические.

4. По характеру выходного сигнала бывают непрерывные и дискретные.

3. Уровень представления (перечислить)

3.1 Основные узлы двигателя постоянного тока

Ротор (якорь)

Ротор состоит из:

- электромагнитов с переключаемой полярностью,
- датчика положения ротора А,
- переключателя (в обычных машинах это функции коллектора).

В простейшем случае, ротор состоит из одного электромагнита с двумя полюсами, то есть имеет одну пару полюсов, при этом есть две «мёртвые точки», из которых невозможен самозапуск двигателя.

Ротор с тремя полюсами (условно полторы пары) имеет наименьшее число полюсов ротора, при которых самозапуск возможен из любого положения ротора. На самом деле, один полюс всё время находится в зоне коммутации, то есть ротор имеет неявные две пары полюсов.

Ротор любого ДПТ состоит из многих катушек, на часть которых подаётся питание, в зависимости от угла поворота ротора, относительно статора. Применение большого числа (несколько десятков) катушек, необходимо для уменьшения неравномерности крутящего момента, для уменьшения КОММУТИ-

руемого (переключаемого) тока, и для обеспечения оптимального взаимодействия между магнитными полями ротора и статора (то есть для создания максимального момента на роторе).

Коллектор

Коллектор (щёточно-коллекторный узел) выполняет одновременно две функции: является датчиком углового положения ротора и переключателем тока со скользящими контактами.

Конструкции коллекторов имеют множество разновидностей.

Выводы всех катушек объединяются в коллекторный узел. Коллекторный узел обычно представляет собой кольцо, из изолированных друг от друга пластин-контактов (ламель), расположенных по оси (вдоль оси) ротора. Существуют и другие конструкции коллекторного узла.

Щёточный узел необходим для подвода электроэнергии к катушкам на вращающемся роторе и переключения тока в обмотках ротора. Щётка – неподвижный контакт (обычно графитовый или медно-графитовый).

Щётки с большой частотой размыкают и замыкают пластины-контакты коллектора ротора. Как следствие, при работе ДПТ происходят переходные процессы, в обмотках ротора. Эти процессы приводят к искрению на коллекторе, что значительно снижает надёжность ДПТ. Для уменьшения искрения применяются различные способы, основным из которых является установка дополнительных полюсов.

2.2 Электрические датчики

Датчик – это элемент измерительного, сигнального, регулирующего или управляющего устройства, преобразующий контролируемую величину (температуру, давление, частоту, силу света, электрическое напряжение, ток и т.д.) в сигнал, удобный для измерения, передачи, хранения, обработки, регистрации, а иногда и для воздействия им на управляемые процессы.

Датчик – это устройство, преобразующее входное воздействие любой физической величины в сигнал, удобный для дальнейшего использования.

Электрические датчики:

- датчики постоянного тока (ЭДС или напряжения),
- датчики амплитуды переменного тока (ЭДС или напряжения),
- датчики частоты переменного тока (ЭДС или напряжения),
- датчики сопротивления (активного, индуктивного или емкостного) и др.

Большинство датчиков являются электрическими. Это обусловлено следующими достоинствами электрических измерений:

- электрические величины удобно передавать на расстояние, причем передача осуществляется с высокой скоростью;
- электрические величины универсальны в том смысле, что любые другие величины могут быть преобразованы в электрические и наоборот;
- они точно преобразуются в цифровой код и позволяют достигнуть высокой точности, чувствительности и быстродействия средств измерений.

3. Уровень понимания (описать)

3.1 Работа магнитного реле

В магнитных реле переключение контактов происходит под действием электромагнитной силы притяжения ферромагнитного якоря к электромагниту.

На рисунке 1 показано схематическое устройство магнитного реле тока. На магнитопровод 1 насажена катушка 2. Ток I_p , протекающий по ней, создает магнитный поток Φ_m , который замыкается по контуру: магнитопровод, воздушные зазоры, якорь 3. Направление магнитных силовых линий определяется по известному правилу буравчика. Нетрудно видеть, что при любом направлении тока магнитопровод и якорь представляют два магнита, обращенные друг к другу разноименными полюсами. Так, на рисунке магнитные силовые линии направлены в магнитопроводе от правого полюса к левому, а в якоре - от левого к правому. Поэтому между якорем и магнитопроводом возникает сила притяжения. При определенном токе, называемом током срабатывания, эта сила преодолевает силу притяжения возвратной пружины 4. Тогда якорь притянется к магнитопроводу, замкнув контакт 5. Размыкание контакта и возврат реле в исходное положение происходит при снижении тока до тока возврата. При этом токе сила притяжения становится меньше силы пружины.

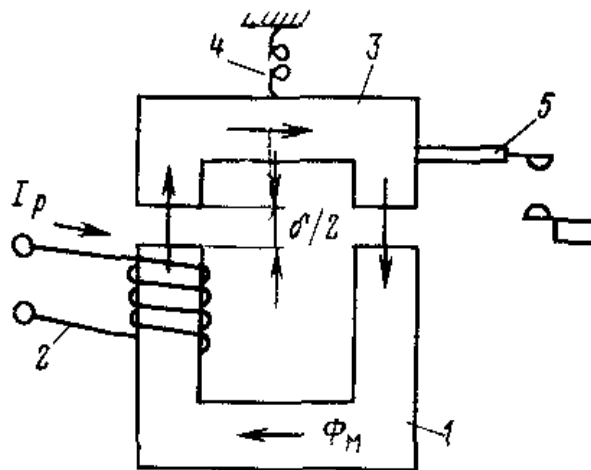


Рисунок 1 — Устройство магнитного реле

Срабатывание и возврат происходят при равенстве электромагнитной силы притяжения противодействующей силе. Анализируя (3), можно сделать следующие выводы.

1. Если увеличить число витков, то во столько же раз уменьшится ток срабатывания и наоборот.

2. Сила притяжения обратно пропорциональна квадрату размера воздушного зазора b . Поэтому в начале движения якоря с уменьшением зазора эта сила резко возрастает, и якорь движется с большим ускорением. Процесс срабатывания протекает сотые доли секунды, т. е. изменение состояния реле происходит скачком. По этой же причине ток возврата реле меньше его тока срабатывания.

Отношение тока возврата к току срабатывания реле называется коэффициентом возврата: $K_B = I_{в,р} / I_{с,р}$

3. Уменьшение противодействующей силы ведет к уменьшению тока срабатывания и тока возврата.

Таким образом, ток срабатывания реле можно регулировать числом витков, размером зазора и натяжением пружины.

3.2 Принцип действия датчиков-модуляторов

По принципу действия датчики можно разделить на два класса: генераторные и параметрические (датчики-модуляторы).

Параметрические датчики (датчики-модуляторы) входную величину X преобразуют в изменение какого-либо электрического параметра (R , L или C) датчика. Передать на расстояние изменение перечисленных параметров датчика без энегронесущего сигнала (напряжения или тока) невозможно. Выявить изменение соответствующего параметра датчика только и можно по реакции датчика на ток или напряжение, поскольку перечисленные параметры и характеризуют эту реакцию. Поэтому параметрические датчики требуют применения специальных измерительных цепей с питанием постоянным или переменным током.

4 Практическая работа

Расчет мощности двигателя по нагрузочной диаграмме, выбор типа двигателя по каталогу и построение механической характеристики

Исходные данные:

$$P_1=13 \text{ кВт}$$

$$P_2=6 \text{ кВт}$$

$$P_3=5 \text{ кВт}$$

$$t_1=20 \text{ с}$$

$$t_2=40 \text{ с}$$

$$t_3=50 \text{ с}$$

$$n_0=3000 \text{ мин}^{-1}$$

Ход работы:

1. Для определения мощности двигателя, работа которого представляет собой длительную переменную нагрузку, рассчитываем эквивалентную мощность по формуле

$$P_{\text{Экв.}} = \sqrt{\frac{P_1^2 \cdot t_1 + P_2^2 \cdot t_2 + P_3^2 \cdot t_3 + \dots + P_n^2 \cdot t_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}} =$$
$$= \sqrt{\frac{13^2 \cdot 20 + 6^2 \cdot 40 + 5^2 \cdot 50}{20 + 40 + 50}} = 7,428 \text{ кВт}$$

2. По каталогу выбираем электродвигатель с учетом, чтобы номинальная мощность выбранного двигателя была на 10...15% больше расчетной

4A132M2Y3:

- 4 – поколение двигателя;
- A – асинхронный;
- 132 – высота оси вращения;
- M – установочный размер станины (средняя);
- 2 – число пар полюсов;
- Y – умеренный климат;
- 3 – эксплуатация в помещении.

Проверяем выбранный двигатель по перегрузочной способности, исходя из условия:

$$M_{\text{мах на валу}} \leq M_{\text{мах доп}}$$

3.1 Для этого определяем номинальный момент двигателя.

$$M_{\text{НОМ}} = \frac{9550 \cdot P_{\text{НОМ}}}{n_{\text{НОМ}}} = \frac{9550 \cdot 11}{2900} = 36,224 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

3.2 Определяем максимальный момент двигателя.

Из каталога выбираем $\lambda = \frac{M_{\text{мах}}}{M_{\text{НОМ}}}$,

где λ – кратность максимального момента.

$$M_{\text{мах}} = \lambda \cdot M_{\text{НОМ}} = 2,8 \cdot 36,224 = 101,427 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

3.3 Определить максимальный момент двигателя.

$$M_{\text{мах доп}} = \eta \cdot M_{\text{мах}} = 0,88 \cdot 101,427 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

где η – КПД двигателя выбранного по каталогу.

3.4 Определить максимальный момент на валу двигателя.

$$M_{\text{мах на валу}} = \frac{9550 \cdot P_{\text{мах}}}{n_{\text{НОМ}}} = \frac{9550 \cdot 13}{2900} = 42,810 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

где $P_{\text{мах}}$ – наибольшая мощность.

4. Сопоставляем расчетные моменты двигателя и условие перегрузочной способности.

Условие выполняется – двигатель выбран правильно.

5. Определяем скольжение.

5.1 Рассчитываем номинальное скольжение:

$$S_{\text{н}} = \frac{n_0 - n_{\text{н}}}{n_0} = (2 \div 5)\% = \frac{3000 - 2900}{3000} = 0,03$$

5.2 Рассчитываем критическое скольжение:

$$S_{\text{кр}} = S_{\text{н}} \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1} \right) = 0,033 \left(2,8 + \sqrt{2,8^2 - 1} \right) = 0,17$$

5.3 Определяем момент, характеризующий механическую характеристику

двигателя при заданных значениях величины скольжения:

$$M = \frac{2M_{max}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}}$$

Задавая значения скольжения для двигательного режима от $S=0$ до $S=1$, определяем соответствующие значения момента и частоты вращения.

$$n = n_0(1 - S) \text{ мин}^{-1}$$

S	0	S_H 0,03	0,06	0,09	$S_{кр}$ 0,17	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
	$n, \text{ мин}^{-1}$	3000	2910	2820	2730	2490	2100	1500	900	300
$M, \text{ Н}\cdot\text{м}$	0	34,717	63,48	83,861	101,427	86,987	61,807	46,508	36,987	33,508

Используя данные таблицы, строим в масштабе, на миллиметровой бумаге (формат А4) механическую характеристику электродвигателя.

$$n_1 = 3000(1 - 0) = 3000 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = 3000(1 - 0,03) = 2910 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_3 = 3000(1 - 0,06) = 2820 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_4 = 3000(1 - 0,09) = 2730 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_5 = 3000(1 - 0,17) = 2490 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_6 = 3000(1 - 0,3) = 2100 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_7 = 3000(1 - 0,5) = 1500 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_8 = 3000(1 - 0,7) = 900 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_9 = 3000(1 - 0,9) = 300 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{10} = 3000(1 - 1) = 0 \text{ мин}^{-1}$$

$$M_1 = \frac{2 \cdot 101,427}{\frac{0}{0,17} + \frac{0,17}{0}} = 0 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_2 = \frac{2 \cdot 101,427}{\frac{0,03}{0,17} + \frac{0,17}{0,03}} = 34,717 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_3 = \frac{2 \cdot 101,427}{\frac{0,06}{0,17} + \frac{0,17}{0,06}} = 63,48 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_4 = \frac{2 \cdot 101,427}{\frac{0,09}{0,17} + \frac{0,17}{0,09}} = 83,861 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_5 = \frac{2 \cdot 101,427}{\frac{0,17}{0,17} + \frac{0,17}{0,17}} = 101,427 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_6 = \frac{2 \cdot 101,427}{\frac{0,3}{0,17} + \frac{0,17}{0,3}} = 86,987 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_7 = \frac{2 \cdot 101,427}{\frac{0,5}{0,17} + \frac{0,17}{0,5}} = 61,807 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_8 = \frac{2 \cdot 101,427}{\frac{0,7}{0,17} + \frac{0,17}{0,7}} = 46,508 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_9 = \frac{2 \cdot 101,427}{\frac{0,9}{0,17} + \frac{0,17}{0,9}} = 36,987 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{10} = \frac{2 \cdot 101,427}{\frac{1}{0,17} + \frac{0,17}{1}} = 33,508 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Опишите структуру механической части электропривода.
2. Определите классификационные группы электропривода.
3. Опишите уравнения движения.
4. Опишите моменты, составляющие уравнения движения.
5. Раскройте неустановившееся механическое движение электропривода.
6. Охарактеризуйте установившееся механическое движение электропривода.
7. Опишите режимы работы электропривода.
8. Охарактеризуйте электропривод с двигателем постоянного тока независимо возбуждения (схема включения, режимы его работы).
9. Изложите механические характеристики электродвигателя и исполнительного органа.
10. Опишите электропривод с двигателем постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения (схема включения, режимы его работы).
11. Какие есть виды статических характеристик асинхронных электродвигателей?
12. Определите виды статических характеристик двигателя постоянного тока.
13. Изложите конструкция двигателя переменного тока.
14. Опишите электропривод с асинхронным двигателем (схемы включения и режимы работы синхронного двигателя).
15. Опишите электропривод с синхронным двигателем (схема включения, статические характеристики, режимы работы)
16. Раскройте классификация автоматических систем.
17. Изложите принцип работы электромагнитной муфты.
18. Опишите принцип работы датчиков тока и положения.
19. Раскройте назначение и область применения датчиков. Классификация датчиков по принципу преобразования электрических и неэлектрических величин в электрические.
20. Раскройте классификация датчиков в системе автоматики.
21. Опишите работу замкнутой системы автоматического регулирования.
22. Объясните схема с подчиненным регулированием координат.
23. Опишите аппараты защиты электрического двигателя.
24. Раскройте принцип действия автоматического выключателя.
25. Изложите работу разомкнутой системы автоматического регулирования.
26. Объясните принцип работы разомкнутой системы автоматического контроля.
27. Объясните принцип работы разомкнутой системы автоматического управления.
28. Опишите электрические аппараты ручного управления.
29. Опишите электрические аппараты дистанционного управления.
30. Объясните схема с общим усилителем.
31. Опишите виды и аппараты защиты, блокировок электропривода.
32. Изложите принцип действия датчиков-модуляторов.
33. Раскройте принцип действия датчиков-генераторов.
34. Изложите принципы построения замкнутых структур электропривода.
35. Опишите цикловое программное управление оборудованием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.В. Харизоменов, Г.И. Харизоменов «Электрооборудование станков и автоматических линий» Москва «Машиностроение» 1987 г.
2. О.И. Головинский «Основы автоматики» Москва «Высшая школа» 1987г.
3. Н.А. Гусев, Б.Н. Мельцер «Электротехника и основы промышленной электроники» Минск «Высшая школа» 1975 г.

Дополнительная

1. Анализ и синтез систем управления электроприводов постоянного тока/ Под ред. В.А. Алисева. -М.:Моск. энерг. ин-т, 1984. -84 с.
2. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. – М.: Энергия, 1977. – 432 с.
3. Голован А.Т. Основы электропривода. – М.: Госэнергоиздат, 1959. – 344 с.
4. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф. Общий курс электропривода: - М.: энергоатомиздат, 1992. - 544 с.
5. Ключев В.И. Теория электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 704 с.
6. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Основы электропривода. – СПб.: Энергоатомиздат, 1994. – 496 с.
7. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 416 с.
8. Москаленко В.В. Электрический привод. – М.: Высш. шк., 1991. – 430 с.
9. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.
10. Энергосберегающие технические решения в электроприводе / Под ред. А.О. Горнова. – М.: Изд-во МЭИ, 1991, - 56 с.