

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВПО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра
электропривода и электротехнологии

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Часть II

Лабораторный практикум
для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»,
профиль «Электрооборудование и электротехнологии»
очной и заочной форм обучения

3-е издание стереотипное

КАРАВАЕВО
Костромская ГСХА
2015

УДК 681.3
ББК 31.291
У 66

Составитель: к.т.н., профессор кафедры электропривода и электротехнологии Костромской ГСХА А.С. Симоненко.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры теоретических основ электротехники и автоматики Костромской ГСХА *А.В. Рожнов*.

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета электрификации и автоматизации сельского хозяйства, протокол № 3 от 13 апреля 2015 г.

У 66 **Управление электроприводами. Ч 2** : лабораторный практикум для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии» очной и заочной форм обучения / сост. А.С. Симоненко. — 3-е изд., стереотип. — Караваево : Костромская ГСХА, 2015. — 50 с.

В издании содержится краткое описание лабораторных работ, приведены принципиальные электрические схемы, основные расчетные формулы и методика анализа полученных результатов.

Лабораторный практикум предназначен для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии» очной и заочной форм обучения.

УДК 681.3
ББК 31.291

© ФГОУ ВПО Костромская ГСХА, 2007
© ФГОУ ВПО Костромская ГСХА, 2015, стереотип.
© Симоненко А.С., составление, 2007
© Оформление, РИО Костромской ГСХА, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Лабораторная работа № 8 Исследование способов регулирования угловой скорости двигателей постоянного тока с независимым возбуждением.....	5
Лабораторная работа № 9 Исследование способов регулирования угловой скорости асинхронного электродвигателя	11
Лабораторная работа № 11 Градуировка, расчет и выбор плавких вставок предохранителей.....	16
Лабораторная работа № 12 Исследование тепловой и нулевой защит в магнитном пускателе	20
Лабораторная работа № 13 Аппаратура управления и защиты электродвигателей.....	24
Лабораторная работа № 14 Управление асинхронными электродвигателями с помощью магнитных пускателей и осуществления блокировок. Схемы зависимого управления	28
Лабораторная работа № 15 Способы автоматического управления пуском двигателей постоянного тока	31
Лабораторная работа № 16 Управление асинхронным электродвигателем с торможением противовключением.....	36
Лабораторная работа № 17 Регулирование частоты вращения асинхронных электродвигателей изменением числа пар полюсов	39
Лабораторная работа № 18 Схемы автоматического управления пуском асинхронных электродвигателей с фазным ротором.....	44

ВВЕДЕНИЕ

Энергетическую основу производства составляет электрический привод, технический уровень которого определяет эффективность технологического оборудования. Расширение и увеличение сложности выполняемых электроприводом функций, применение в нем новых средств управления требуют высокого уровня подготовки специалистов, занятых его проектированием, монтажом, наладкой и эксплуатацией. Они должны хорошо знать назначение и элементную базу отдельных узлов электропривода, их свойства и характеристики, уметь разбираться в схемах управления электропривода, определять его экономические показатели и выбирать его элементы.

Одним из основных методов усвоения материала в процессе его изучения является самостоятельная проработка отдельных разделов курса, и в частности путем решения конкретных задач.

Настоящее пособие содержит рекомендации по практическому изучению принципов и методов регулирования скорости электродвигателей постоянного и переменного тока, аппаратуры, схем и способов управления электроприводами, защиты электроприводов от нестандартных режимов работы.

Лабораторная работа № 10 приведена в I части лабораторного практикума по курсу электропривода.

Лабораторная работа № 8

Исследование способов регулирования угловой скорости двигателей постоянного тока с независимым возбуждением

1. Цель работы

Экспериментальные исследования способов регулирования угловой скорости двигателей постоянного тока с независимым возбуждением.

2. Программа работы

1. Ознакомиться с принципиальной электрической схемой установки и ее работой.
2. Ознакомиться с применяемым в установке оборудованием и измерительными приборами, записать их паспортные данные.
3. Выполнить необходимые соединения в схеме.
4. Снять данные для построения зависимости $c\Phi = f(I_v)$.
5. Снять данные для построения механических характеристик при регулировании магнитного потока в двигательном режиме при $I_v = I_{вн}$; $I_v = 0,75I_{вн}$; $I_v = 0,5I_{вн}$; $I_v = 0,25I_{вн}$.
6. Снять данные для построения механических характеристик при регулировании изменением сопротивления якорной цепи в двигательном режиме при $R_{д1}$, $R_{д2}$, $R_{д3}$, $R_{д4}$.
7. Снять данные для построения механических характеристик при регулировании изменением подводимого к двигателю напряжения при $U = U_n$; $U = 0,8U_n$; $U = 0,6U_n$; $U = 0,4U_n$.
8. По данным, полученным в п.п. 5-7, рассчитать и построить зависимости $M = f_1(\omega)$; $M_{дон} = f_2(\omega)$; $P_{дон} = f_3(\omega)$; $\eta = f_4(\omega)$.
9. Составить отчет по работе.
10. Сделать заключение по работе.

3. Описание работы

Регулирование угловой скорости изменением магнитного потока осуществляется за счет изменения тока в обмотке возбуждения. Регулирование скорости однозонное, в сторону ее увеличения от основной, с увеличением скорости жесткость характеристик уменьшается, возможно плавное регулирование скорости, потери незначительны, регулирование ведется при постоянной мощности, допустимый момент уменьшается с увеличением скорости.

Регулирование угловой скорости изменением сопротивления в цепи якоря однозонное, в сторону уменьшения скорости, плавность ограничивается числом ступеней регулировочного резистора, жесткость и стабильность характеристик уменьшаются с увеличением сопротивления. Диапазон регулирования невелик, ограничивается уменьшением стабильности и уменьша-

ется с уменьшением нагрузки. Регулирование сопряжено с большими потерями энергии в сопротивлениях, допустимый момент можно принять постоянным, если пренебречь ухудшением условий охлаждения при малых скоростях, допустимая мощность прямо пропорциональна скорости.

Регулирование угловой скорости изменением подводимого к двигателю напряжения обычно осуществляется в сторону уменьшения, т.е. однозонное, жесткость характеристик неизменна, плавность регулирования скорости определяется плавностью регулирования напряжения, регулирование не сопровождается ростом потерь электроэнергии. Диапазон регулирования широк, допустимый момент постоянный, если не учитывать ухудшения условий охлаждения двигателя при понижении скорости, допустимая мощность пропорциональна скорости.

4. Порядок выполнения работы

Исследование методов регулирования угловой скорости осуществляется путем снятия и построения искусственных механических характеристик и зависимостей $M_{дон} = f_2(\omega)$; $P_{дон} = f_3(\omega)$; $\eta = f_4(\omega)$ при изменении соответствующих параметров.

Работа выполняется на универсальном стенде, схема которого представлена на рисунке 8.1.

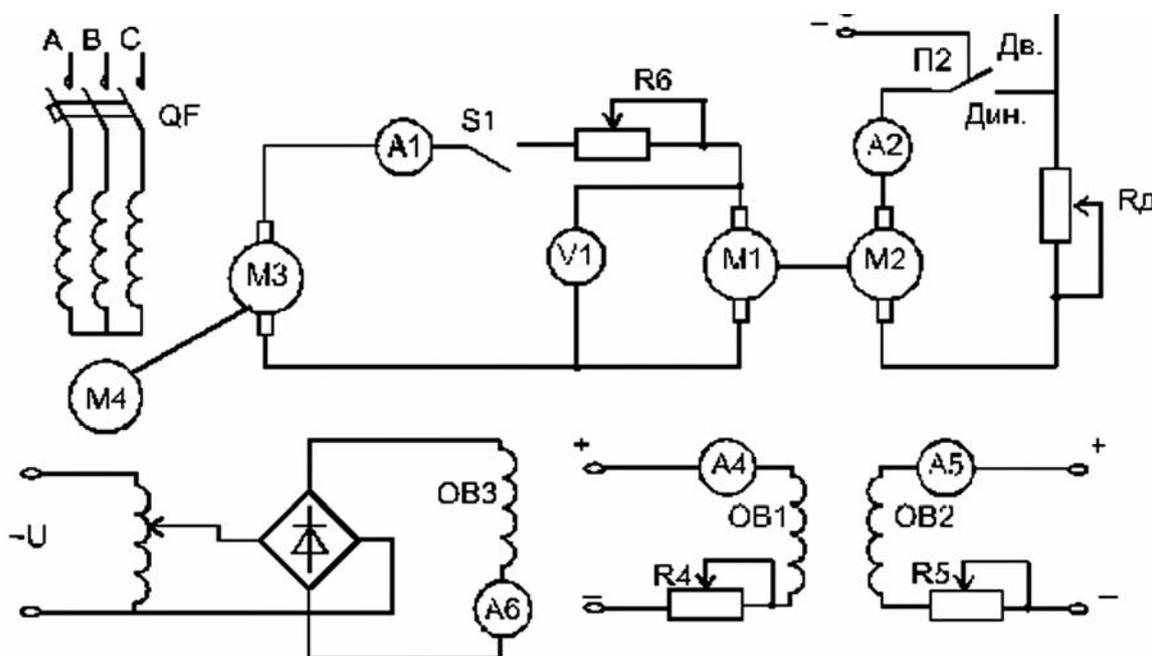


Рис. 8.1. Принципиальная электрическая схема универсального стенда

Якорь испытуемого двигателя М1 питается от автономного генератора М3 с регулируемым напряжением. В качестве нагрузки используется ДПТ М2, работающая в режиме генератора на сопротивление R_d (динамический тормозной режим машины М2). Запуск агрегатов универсального стенда производится при замкнутых контактах выключателя S1 и положении «Дин.» переключателя П2.

4.1. Регулирование угловой скорости изменением магнитного потока

В схеме на рисунке 8.1. сопротивление R_0 выведено. Напряжение на зажимах якоря двигателя М1 по вольтметру V1 поддерживается постоянным. Ток в обмотке возбуждения ОВ1 двигателя регулируется с помощью сопротивления R4. Данные для построения механических характеристик снимаются при четырех значениях тока возбуждения. При каждом токе возбуждения установить три значения тока нагрузки: номинальный I_n , около $0,5I_n$ и $I = 0$. Показания приборов заносятся в таблицу 8.1.

Таблица 8.1

Результаты исследования способов регулирования угловой скорости

Условия опыта	Нагрузка	Параметр	Ед. изм.	$I_{вн}$	$0,75I_{вн}$	$0,5I_{вн}$	$0,25I_{вн}$
		$I_я = 0$	ω_0	c^{-1}			
$I_в = var$ $U = U_n$ $R_0 = 0$	$I_я = I_n$	n	мин ⁻¹				
		ω	c^{-1}				
		M	Н·м				
	$I_я = 0,5I_n$	n	мин ⁻¹				
		ω	c^{-1}				
		M	Н·м				
		η	—				

4.2. Регулирование угловой скорости изменением подводимого напряжения

В схеме 8.1 сопротивление R_0 выведено. Ток возбуждения в обмотке ОВ1 поддерживается постоянный. Опыт проводится при четырех значениях напряжения на зажимах якоря машины М1. При каждом напряжении снять показания при трех значениях тока: номинальном I_n , около $0,5I_n$ и $I = 0$. Данные измерений занести в таблицу 8.2.

Таблица 8.2

Результаты исследования способов регулирования угловой скорости

Условия опыта	Нагрузка	Параметр	Ед. изм.	U_n	$0,8U_n$	$0,6U_n$	$0,4U_n$
		$I_я = 0$	ω_0	c^{-1}			
$I_в = I_{вн}$ $U = var$ $R_0 = 0$	$I_я = I_n$	n	мин ⁻¹				
		ω	c^{-1}				
		M	Н·м				
	$I_я = 0,5I_n$	ω	c^{-1}				
		n	мин ⁻¹				
		M	Н·м				
		η	—				

4.3. Регулирование угловой скорости изменением сопротивления в цепи якоря

В схеме 8.1 напряжение на зажимах якоря машины М3 поддерживается постоянным (использовать вольтметр V1). Ток возбуждения в обмотке ОВ1 номинальный. Опыт производится при четырех значениях сопротивления в цепи якоря машины М1. При каждом сопротивлении данные опытов снимаются при номинальном токе якоря М1; токе, равном $0,5I_n$ и $I = 0$. Данные измерений занести в таблицу 8.3.

Таблица 8.3

Результаты исследования способов регулирования угловой скорости

Условия опыта	Нагрузка	Параметр	Ед. изм.	$R_{\partial 1}$	$R_{\partial 2}$	$R_{\partial 3}$	$R_{\partial 3}$
		$I_{я} = 0$	ω_0	c^{-1}			
$I_{\partial} = I_{\partial n}$ $U = U_n$ $R_{\partial} = var$	$I_{я} = I_n$	n	мин ⁻¹				
		ω	c^{-1}				
		P	Вт				
		M	Н·м				
		η	–				
	$I_{я} = 0,5 I_n$	n	мин ⁻¹				
		ω	c^{-1}				
		P	Вт				
		M	Н·м				
		η	–				

4.4. Получение зависимости $c\Phi = f(I_{\partial})$

Для получения экспериментальной зависимости $c\Phi = f(I_{\partial})$ используется схема на рисунке 8.1. Переключатель П2 ставится в положение «Дв» (двигатель), контакты выключателя S1 разомкнуты. С помощью двигателя М2 приводится во вращение якорь машины М1 с постоянной скоростью. Изменяя ток в обмотке ОВ1 с помощью резистора R_4 , снять зависимость $E = f(I_{\partial})$. Данные измерений занести в таблицу 8.4.

Таблица 8.4

Исследование магнитного потока двигателя

Условия опыта	Параметр	Номер измерения								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\omega = const$	I, A									
	E, B									
	$c\Phi, Bб$									

4.5. Анализ способов регулирования угловой скорости

Для анализа показателей регулирования угловой скорости строятся зависимости $M = f_1(\omega)$; $M_{дон} = f_2(\omega)$; $P_{дон} = f_3(\omega)$; $\eta = f_4(\omega)$ для каждого способа отдельно.

Механические характеристики $M = f_1(\omega)$ при каждом способе регулирования строятся по трем точкам: $I_{я} = I_n$; $I_{я} = 0,5I_n$; $I_{я} = 0$.

Значения момента определяются из выражения

$$M_i = c\Phi_i I_{яi}.$$

Здесь $c\Phi_i$ берется из графика, построенного по данным п. 4.4, а $I_{яi}$ — из таблиц 8.1-8.3.

Для построения графика $M_{дон} = f_2(\omega)$ допустимый момент определяется как $M_{дон i} = c\Phi_i I_n$.

Допустимую мощность при данной скорости для построения зависимостей $P_{дон} = f_3(\omega)$ можно найти из выражения

$$P_{дон} = U_{я} \cdot I_n - I_n^2 (r_{я} + R_{dj}),$$

- где $U_{я}$ — напряжение на зажимах якоря;
 I_n — номинальный ток якоря;
 $r_{я}$ — сопротивление обмотки якоря;
 R_{dj} — добавочное сопротивление в цепи якоря.

Сопротивление обмотки якоря вычисляется по паспортным данным двигателя как:

$$r_{я} = 0,5 \frac{U_n}{I_n} (1 - \eta_n),$$

где U_n, I_n, η_n — соответственно номинальное напряжение, ток и КПД двигателя (табл. 8.5).

Таблица 8.5

Технические данные двигателей
(универсальный стенд № 1)

Двигатели М1 и М2		Двигатель М3	
Тип	ПН-10	Тип	П-41
Мощность, P_n	0,65 кВт	Мощность, P_n	2,7 кВт
n_n	980 об/мин	n_n	1450 об/мин
U_n	110 В	U_n	115 В
I_n	7,4 А	I_n	31 А
η_n	80 %	η_n	75,5%
r_{ϵ}	100 Ом	r_{ϵ}	100 Ом

Зависимость $\eta = f4(\omega)$ строится для режима работы двигателя при номинальным (допустимом) токе якоря.

Для получения зависимостей $\eta = f4(\omega)$, КПД при любой скорости определяется как

$$\eta_i = \frac{U_{яi} \cdot I_n - I_n^2 (r_{я} + R_{dj})}{U_{яi} \cdot I_n}.$$

5. Содержание отчета

1. Принципиальная электрическая схема установки.
2. Паспортные данные приборов и оборудования.
3. Таблицы данных наблюдений и вычислений.
4. Расчетные формулы.
5. Графики механических характеристик с нанесенными на них зависимостями допустимых мощности, момента и КПД двигателя от скорости для каждого способа регулирования отдельно.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей и какими способами регулируют угловую скорость двигателя?
2. Назовите основные показатели регулирования угловой скорости.
3. В каких случаях используют регулирование включением резисторов в цепь якоря?
4. Дайте оценку регулирования угловой скорости изменением подводимого к якорю напряжения.

Список рекомендуемых источников

1. Басов А.М. Основы электропривода и автоматическое управление электроприводом в сельском хозяйстве / А.М. Басов, А.Т. Шаповалов, С.А. Кожевников. — М. : Колос, 1972. — С. 159-167.
2. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. — М. : Энергоиздат, 1981. — С. 93-105.

Лабораторная работа № 9

Исследование способов регулирования угловой скорости асинхронного электродвигателя

1. Цель работы

Изучить способы регулирования угловой скорости асинхронного электродвигателя изменением сопротивления в цепи ротора и подводимого напряжения.

2. Программа работы

1. Ознакомиться с оборудованием и измерительными приборами, записать их паспортные данные.
2. Собрать электрическую схему установки.
3. Включить в работу агрегаты и вывести испытываемую машину в нормальный режим: $U = U_n$; $R_\partial = 0$.
4. Снять экспериментальные данные для построения механических характеристик при $U = U_n$, $R_\partial = 0$; $R_\partial = R_{\partial 1}$; $R_\partial = R_{\partial 2}$.
5. Снять экспериментальные данные для построения механических характеристик при $U = 120$ В и $R_\partial = 0$; $R_\partial = R_{\partial 1}$; $R_\partial = R_{\partial 2}$.

3. Описание работы

Регулирование угловой скорости асинхронных двигателей, как следует из выражения $\omega = \frac{2\pi f}{p}(1-s)$, возможно путем изменения частоты тока, числа пар полюсов и скольжения.

В данной лабораторной работе предлагается исследовать один из этих способов — изменением скольжения.

Скольжение у асинхронных двигателей с фазным ротором можно изменять введением добавочных сопротивлений в цепь обмотки ротора, изменением напряжения на зажимах обмотки статора, а также путем одновременного изменения добавочных сопротивлений и напряжения.

Зависимость между моментом и скоростью асинхронного двигателя выражается уравнением механической характеристики:

$$M = \frac{2M_k(1 + as_k)}{\frac{s_k}{s} + \frac{s}{s_k} + 2as_k},$$

- где M_k — критический момент двигателя;
 a — отношение активных сопротивлений обмоток статора и ротора, принимается равным единице;
 s_k — критическое скольжение на естественной характеристике.

Оно может быть определено по упрощенной формуле:

$$s_k = s_H \left(\mu_k + \sqrt{\mu_k^2 - 1} \right),$$

где μ_k — кратность максимального момента;
 s_H — номинальное скольжение:

$$s_H = \frac{\omega_0 - \omega_H}{\omega_0}.$$

При введении в цепь ротора добавочных активных сопротивлений критический момент остается неизменным, а критическое скольжение изменяется и определяется зависимостью

$$s_k = \frac{r_2' + R_\delta'}{\sqrt{R_1^2 + x_k^2}},$$

где r_2' и R_δ' — приведенные к обмотке статора активные сопротивления обмотки ротора и добавочное;
 R_1 — активное сопротивление обмотки статора;
 x_k — индуктивное сопротивление короткого замыкания асинхронного двигателя.

При известном критическом скольжении на естественной характеристике критическое скольжение на искусственной характеристике можно найти из соотношения

$$s_{ки} = s_{ке} \frac{r_2 + R_\delta}{r_2}.$$

Из приведенных соотношений следует, что с увеличением активного сопротивления в цепи ротора жесткость механических характеристик уменьшается и при постоянном значении момента нагрузки скорость будет уменьшаться.

При изменении напряжения на зажимах обмотки статора асинхронного двигателя изменяется максимальный момент при постоянном критическом скольжении.

$$M_{ки} = M_{ке} \left(\frac{U}{U_H} \right)^2,$$

где $M_{ки}$ и $M_{ке}$ — соответственно максимальные моменты при пониженном и номинальном напряжениях, Нм;
 U и U_H — соответственно пониженное и номинальное напряжения, В.

С понижением напряжения и уменьшением критического момента жесткость механических характеристик уменьшается.

Расширить диапазон регулирования за счет изменения подводимого напряжения можно, применив двигатели с повышенным скольжением или с фазным ротором путем введения в цепь ротора добавочных сопротивлений.

4. Порядок выполнения работы

Исследование регулирования угловой скорости в работе проводится на универсальном стенде (рис. 9.1). Запуск агрегатов производится в обычном порядке: при разомкнутых контактах S1 поочередно запустить машины M1 и M4. Путем регулирования тока возбуждения в обмотке OB2 добиться равенства ЭДС якорных обмоток M2 и M3 и замкнуть контакты выключателя S1.

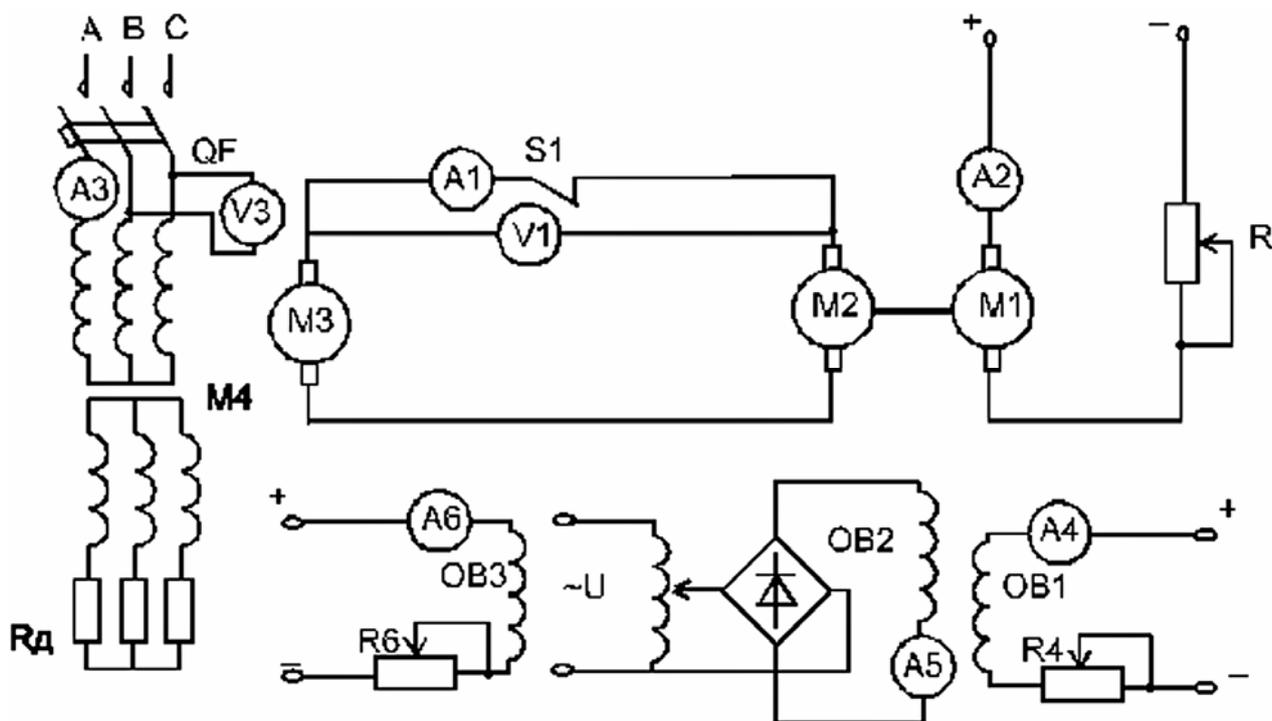


Рис. 9.1. Схема универсального стенда

4.1. Регулирование скорости изменением сопротивления ротора при номинальном напряжении

Путем регулирования тока в обмотке OB2 установить максимально допустимый ток в цепи якорных обмоток по амперметру A1. Опыты провести при различных значениях сопротивлений R_0 в цепи ротора испытуемого двигателя при U_n .

Данные измерений занести в таблицу 9.1.

Результаты исследования регулирования угловой скорости

Условия опыта	Параметр	Ед. изм.	$R = 0$	$R_{\partial 1}$	$R_{\partial 2}$
$U = U_n$ $R_{\partial} = var$	n	мин ⁻¹			
	ω	с ⁻¹			
	M	Н·м			
	s	—			
	$I_{я}$	А			
$U = 120 \text{ В}$ $R_{\partial} = var$	n	мин ⁻¹			
	ω	с ⁻¹			
	M	Н·м			
	s	—			
	$I_{я}$	А			

4.2. Регулирование угловой скорости при пониженном напряжении

Подать на зажимы двигателя пониженное напряжение. Повторить опыт по пункту 4.1. Данные измерений занести в таблицу 9.1.

Момент на валу испытуемого двигателя определяется по формуле

$$M = c\Phi(I_{я} + I_{xx}),$$

где $c\Phi$ — постоянная, определяемая по паспортным данным нагрузочной машины МЗ;

$I_{я}$ — ток якоря этой машины по амперметру А1, А;

I_{xx} — ток холостого хода машины МЗ; берется из опыта по амперметру А1 при $n = n_0$.

4.3. По данным таблицы 9.1 рассчитать значение угловой скорости и момента.

4.4. Построить элементы механических характеристик по данным опыта и по уравнению и сравнить их между собой.

5. Содержание отчета

1. Принципиальная электрическая схема установки.
2. Паспортные данные приборов и оборудования.
3. Расчетные формулы и расчеты.
4. Таблицы данных наблюдений и вычислений.
5. Графики механических характеристик.
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Как определить угловую скорость асинхронного двигателя?
2. Как изменить число пар полюсов асинхронного двигателя?
3. Как зависит момент двигателя от величины питающего напряжения?
4. Достоинства и недостатки регулирования угловой скорости асинхронного двигателя путем введения в цепь ротора добавочного сопротивления.
5. Какие методы применяются для регулирования частоты вращения асинхронных электродвигателей?

Список рекомендуемых источников

1. Басов А.М. Основы электропривода и автоматическое управление электроприводом в сельском хозяйстве / А.М. Басов, А.Т. Шаповалов, С.А. Кожевников. — М. : Колос, 1972. — С. 177-179.
2. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. — М. : Энергоиздат, 1981. — С. 142-149, 152-154.

Лабораторная работа № 11

Градуировка, расчет и выбор плавких вставок предохранителей

1. Цель работы

Изучить экспериментальное исследование характеристик и расчет плавких вставок предохранителей.

2. Программа работы

1. Собрать схему для градуировки плавких вставок.
2. Снять опытную характеристику медной плавкой вставки и определить ее номинальный ток.
3. Определить мощность короткозамкнутого электродвигателя и двигателя с контактными кольцами, защиту которых обеспечивает исследуемая плавкая вставка.
4. Определить номинальный ток исследуемой плавкой вставки по эмпирической формуле.

3. Описание работы

Чтобы предохранить электроустановки от действия токов короткого замыкания и чрезмерных перегрузок, требуется защитное устройство для своевременного отключения поврежденного участка от источника питания.

Простейшим автоматическим защитным устройством являются плавкие предохранители. Элементом, реагирующим на увеличение тока в цепи, является плавкая вставка. При чрезмерном увеличении тока плавкая вставка расплавляется и размыкает цепь.

Одной из характеристик плавкой вставки является зависимость времени плавления от протекающего тока. Эту зависимость называют амперсекундной защитной характеристикой.

С увеличением тока время плавления быстро уменьшается, и при больших токах это время составляет десятые и сотые доли секунды. При уменьшении тока время срабатывания зависит от многих, не всегда определенных факторов (температура окружающей среды, случайные изменения диаметра, теплоотдача и др.). Основным параметром плавкой вставки является ее номинальный ток. Номинальным током плавкой вставки называется тот наибольший ток, который вставка может выдержать, не перегорая, сколь угодно долго. Этот ток определяется по амперсекундной характеристике

$$I_n = \frac{I_{10}}{2,5},$$

где I_{10} — ток, при котором плавкая вставка перегорает за 10 с.

В тех случаях когда отсутствуют условия для снятия амперсекундной характеристики, номинальный ток плавкой вставки можно определить, используя эмпирическую зависимость

$$I_n = \frac{a\sqrt{d^3}}{2,5},$$

где a — постоянная, равная для меди 80, для свинца 10,7;
 d — диаметр проволоочки, мм.

Примечание. Номинальный ток плавкой вставки не следует путать с номинальным током предохранителя. За номинальный ток предохранителя принимается допустимый наибольший ток по условиям термической и динамической устойчивости корпуса и контактов предохранителя. Номинальный ток плавкой вставки не должен превышать номинального тока предохранителя.

Расчет и выбор плавких вставок. При выборе плавких вставок предохранителей необходимо стремиться, чтобы номинальный ток вставки был близок к расчетному току потребителя, т.е. $I_{в.н} \geq I_{раб}$. В этом случае защита будет наиболее чувствительной и надежной. При выборе предохранителей в цепях с асинхронными электродвигателями необходимо учитывать условия пуска.

Как известно, пусковой ток короткозамкнутого асинхронного двигателя в 5-7 раз превосходит номинальный. Если выбрать плавкую вставку по рабочему току, она будет сгорать от пусковых токов. Чтобы этого не произошло, плавкую вставку выбирают из условия

$$I_{вн} \geq \frac{I_{пуск}}{\alpha},$$

где $I_{вн}$ — постоянная, равная для меди 80, для свинца 10,7;
 $I_{пуск}$ — диаметр проволоочки в мм.
 α — коэффициент, зависящий от условий пуска.

При нормальном пуске (редкие пуски, время разбега $t_r \leq 10$ с) $\alpha = 2,5$, при тяжелых пусках (частые пуски, время пуска $t_r > 10$ с) $\alpha = 1,6$.

Если применяются устройства, снижающие пусковые токи или шунтирующие вставки на время пуска, ток вставки выбирается из условия

$$I_{вн} \geq I_{раб},$$

где $I_{раб}$ — рабочий ток двигателя.

Для двигателя с фазным ротором ток плавкой вставки берется равным номинальному току двигателя $I_{вн} = I_n$, если двигатель запускается при полной нагрузке, и $I_{вн} = 0,8 I_n$, если пуск происходит с половинной нагрузкой.

4. Порядок выполнения работы

1. Записать паспорта измерительных приборов.
2. Собрать схему для градуировки плавких вставок (рис. 11.1).
3. Отобрать при помощи микрометра 13-15 проволочек одинакового диаметра.
4. Определить время плавления проволочек при разных токах, обратив особое внимание на токи плавления, при которых выдержка времени близка к 10 с.
5. По полученным данным построить амперсекундную характеристику плавкой вставки $t = f(I)$.
6. Определить по характеристике номинальный ток плавкой вставки.
7. Определить номинальный ток по эмпирической формуле.
8. Получить у преподавателя задание для расчета плавких вставок индивидуальных и групповых предохранителей.

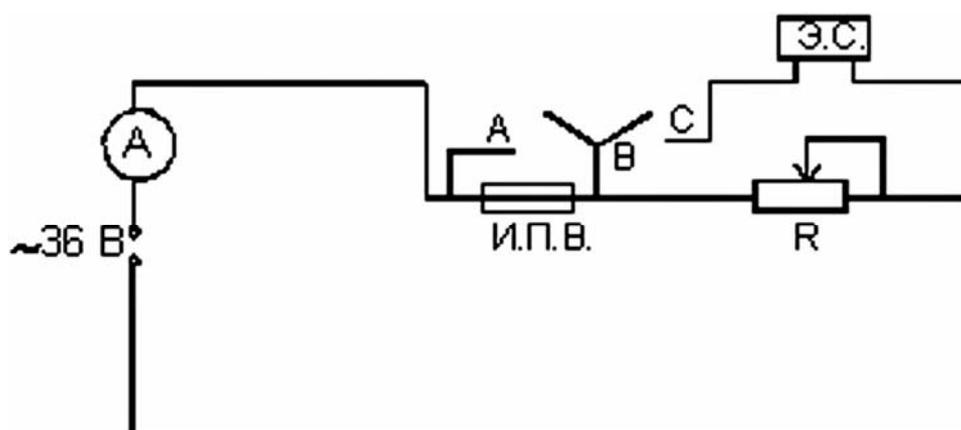


Рис. 11.1. Схема установки для градуировки плавких вставок

5. Содержание отчета

1. Построить амперсекундную характеристику и определить номинальный ток плавкой вставки.
2. Определить номинальный ток плавкой вставки по эмпирической формуле и сравнить его с опытным.
3. Рассчитать мощность электродвигателя с к.з. ротором и с контактными кольцами, защите которых удовлетворяет исследуемая плавкая вставка.
4. Рассчитать и выбрать плавкие вставки предохранителей для защиты группы потребителей (рис. 11.2) по заданию преподавателя.

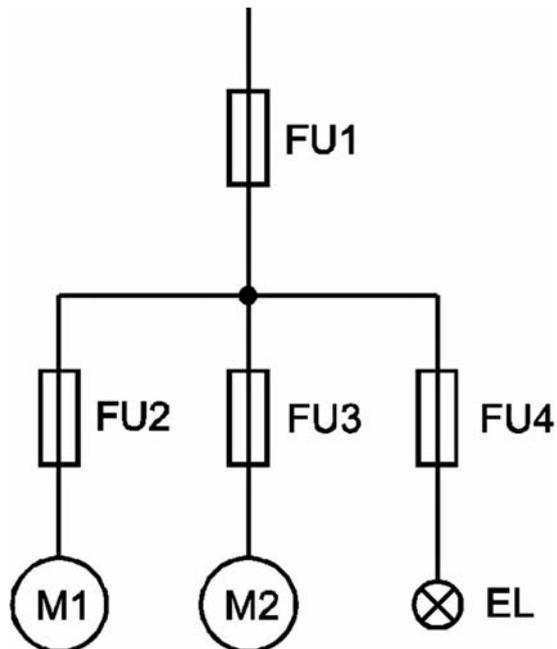


Рис. 11.2. Схема подключения плавких предохранителей

M1 — двигатель с к.з. ротором;

P = ...

M2 — двигатель с фазным ротором;

P = ...

EL — осветительная нагрузка;

P = ...

Контрольные вопросы

1. Назначение плавких предохранителей.
2. Что называется номинальным током плавкой вставки предохранителя?
3. Что называется номинальным током предохранителя?
4. Что такое легкий пуск?
5. Что такое тяжелый пуск?

Список рекомендуемых источников

1. Назаров Г.И. и др. Основы электропривода и применение электрической энергии в сельском хозяйстве. — М. : Колос, 1972. — С. 165-167.

Лабораторная работа № 12

Исследование тепловой и нулевой защиты в магнитном пускателе

1. Цель работы

Изучить устройство и работу тепловой и нулевой защиты магнитного пускателя и исследовать их основные характеристики.

2. Программа работы

1. Изучить устройство и принцип работы теплового реле.
2. Получить опытным путем амперсекундную характеристику теплового реле и определить номинальный ток нагревательного элемента.
3. Произвести настройку теплового реле на заданное значение номинального тока.
4. Исследовать «нулевую» защиту магнитного пускателя.

3. Описание работы

Для защиты электродвигателей малой и средней мощности от перегрузок широко применяется тепловая защита, встроенная в пускатели.

Работа тепловой защиты основана на принципе нагрева биметаллических пластин токами нагрузки. В зависимости от типа аппарата или реле, этот принцип может иметь различную конструктивную реализацию, но общим для всех является наличие токоизмерительного (чувствительного), преобразовательного и исполнительного элементов. В качестве токоизмерительного используется нагревательный элемент, представляющий собой включаемый в цепь измеряемого тока проводник с повышенным сопротивлением.

По закону Ленца, на этом сопротивлении выделяется количество тепла пропорционально квадрату протекающего тока. Это тепло воспринимается биметаллической пластинкой, прикрепленной одним концом к корпусу реле и представляющей собой спай из двух металлов с различными коэффициентами теплового расширения. При нагреве такой пластины она изгибается в сторону металла с меньшим тепловым расширением. Таким образом, величина протекающего по цепи тока преобразуется в определенное перемещение незакрепленного конца биметаллической пластины. При своем перемещении пластина через систему рычагов и защелок приводит к размыканию контактов в цепи питания токоприемников или втягивающих катушек аппаратов управления.

Тепловая защита имеет зависимую характеристику: с увеличением тока, протекающего по нагревательному элементу, время срабатывания будет уменьшаться. При некотором значении тока реле практически никогда не срабатывает.

Тот наибольший ток, протекающий по нагревательному элементу, который не приводит к срабатыванию реле бесконечно долгое время, называется его номинальным током.

Для его определения опытным путем снимают амперсекундную характеристику. Из нее находят ток, при котором реле срабатывает за 2,0-2,5 мин, а номинальный ток находят, как

$$I_{рн} = \frac{I_{2,5}}{1,5}.$$

Изготовленные на заводе нагревательные элементы маркируются по номинальному току, значение которого в виде керна указано на самом элементе.

Нагревательные элементы являются сменными и подбираются в зависимости от мощности и рабочего тока потребителя. Одно и то же тепловое реле может работать с различными нагревательными элементами.

За номинальный ток теплового реле принимается номинальный ток наибольшего нагревательного элемента, который может быть установлен на данное тепловое реле. Тепловые реле имеют разброс по времени срабатывания. На эту особенность большое влияние может оказать температура окружающей среды. Поэтому при установке реле при изменении температуры воздуха, а также с течением времени необходимо производить настройку и регулировку реле.

В отличие от аппаратов с защелками, магнитные пускатели способны обеспечивать «нулевую» защиту токоприемников, т.е. их автоматическое отключение от сети при глубоком снижении и исчезновении напряжения. Такая защита исключает возможность самозапуска электродвигателей после восстановления напряжения и тем самым обеспечивает безопасность работы персонала.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Снятие амперсекундной характеристики

Для снятия амперсекундной характеристики теплового реле собрать схему согласно рисунку 12.1.

Изменяя с помощью реостатов ток нагревательного элемента теплового реле, получить зависимость $t = f(I)$ и построить график. При снятии характеристики использовать попеременно два нагревательных элемента, добиваясь того, чтобы при возобновлении опыта все детали теплового реле имели температуру окружающей среды. По построенной характеристике определить номинальный ток нагревательного элемента, исходя из того, что при $I_{реле} = 1,5I_n$ время срабатывания реле равно 2,0-2,5 мин.

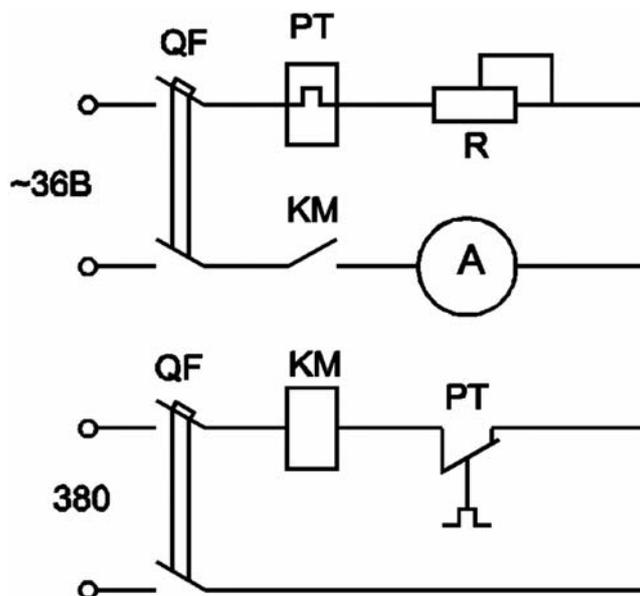


Рис. 12.1. Схема для снятия амперсекундной характеристики

Определить мощность двигателя, защищаемого исследуемым нагревательным элементом.

4.2. Настройка реле на номинальный ток

Произвести настройку реле на номинальный ток (задается преподавателем). Для настройки реле по нагревательному элементу пропускается ток в 1,5 раза больше заданного, и с помощью эксцентрикового механизма производится регулировка с тем, чтобы время срабатывания равнялось 2,0-2,5 мин. Поворот указателя механизма регулировки на одно деление в ту или иную сторону от нейтрального положения изменяет номинальный ток на $\pm 5\%$.

4.3. Определение нулевой защиты

Для определения нулевой защиты собрать схему согласно рисунку 12.2.

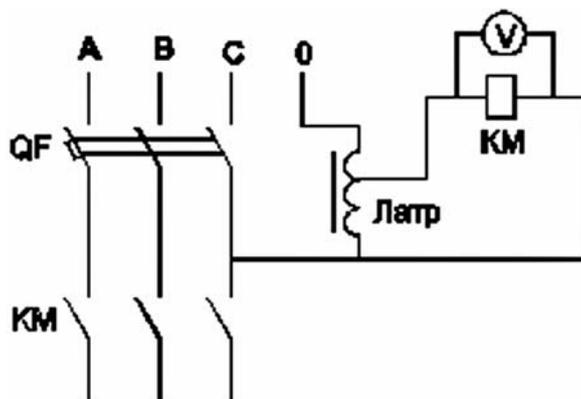


Рис. 12.2. Схема для проверки нулевой защиты магнитного пускателя

Изменяя с помощью автотрансформатора напряжение на катушке магнитного пускателя, определить напряжение его включения и отключения.

5. Содержание отчета

1. Записать паспортные данные приборов и аппаратов.
2. Построить амперсекундную характеристику и определить по ней номинальный ток данного нагревательного элемента.
3. Подсчитать мощность электродвигателя с к.з. и фазным ротором, защите которых удовлетворяет данный нагревательный элемент.
4. Определить процентные отношения напряжений втягивания и отпадания сердечника магнитного пускателя к номинальному напряжению.

Контрольные вопросы

1. Назначение тепловых реле.
2. По какому принципу работают тепловые реле?
3. Как обеспечивается надежность работы тепловых реле?
4. В каких случаях необходима настройка тепловых реле?
5. Что называется номинальным током теплового реле?
6. Что называется номинальным током нагревательного элемента?
7. Как производится настройка тепловых реле?
8. Что такое «нулевая» защита?

Список рекомендуемых источников

1. Назаров Г.И. и др. Основы электропривода и применение электрической энергии в сельском хозяйстве. — М. : Колос, 1972. — С. 167-169.

Лабораторная работа № 13

Аппаратура управления и защиты электродвигателей

1. Цель работы

Изучить конструкцию, принцип работы аппаратуры управления и защиты электродвигателей и овладеть методикой выбора.

2. Программа работы

1. Изучить устройство и назначение отдельных частей следующих аппаратов:
 - а) рубильника (разъединителя);
 - б) переключателя;
 - в) пакетного выключателя;
 - г) барабанного выключателя;
 - д) контроллера (командоаппарата);
 - е) автоматического выключателя;
 - ж) магнитного пускателя;
 - з) контактора.
2. Овладеть методикой выбора аппаратов управления и защиты электродвигателей.
3. Для указанного электродвигателя подобрать комплект аппаратуры и защиты.
4. Собрать схемы и запустить электродвигатель при помощи аппаратов:
 - а) переключателя со «звезды» на «треугольник»;
 - б) реверсивного пакетно-кулачкового переключателя;
 - в) автоматического выключателя.

3. Описание работы

Неавтоматической пусковой аппаратурой называется аппаратура с ручным управлением. К аппаратам ручного неавтоматического управления относятся: рубильники, переключатели, пакетные выключатели, барабанные и универсальные переключатели, контроллеры, командоаппараты, кнопочные станции, автоматические выключатели и др.

Самым простым аппаратом является рубильник, однако он не всегда может удовлетворять всем требованиям, возникающим при управлении электродвигателями, и поэтому чаще всего применяется в качестве разъединителей.

Пакетные выключатели применяют в качестве пусковых аппаратов для непосредственного (прямого) включения в сеть асинхронных короткозамкнутых электродвигателей, трансформаторов местного освещения, переключения обмоток со «звезды» на «треугольник», для переключения цепей управления и сигнализации.

Пакетные выключатели набираются из изолированных пакетов, внутри которых расположено контактное устройство, состоящее из подвижного контакта, поворачивающегося на угол 90° , и неподвижных контактов в виде пластин, закрепленных на изоляционных шайбах.

Барабанные выключатели и переключатели предназначены для управления асинхронными двигателями, включений и переключений в цепях управления и сигнализации. Они состоят из неподвижных контактов, к которым подводятся провода, и подвижных, закрепленных на барабане, которые, в зависимости от схемы коммутации, имеют различную конфигурацию.

Контроллеры предназначены для коммутации сложных силовых цепей, например, для управления электродвигателями с сопротивлениями пуска и регулирования частоты вращения электродвигателей постоянного и переменного тока. Контроллеры состоят из поворотной части, на которой в определенном порядке укреплены токопроводящие металлические сегменты — подвижные контакты, и неподвижной части в виде изоляционной стойки, на которой закреплены пружинящие пальцы с контактными напайками. При повороте подвижной части контроллера они соприкасаются с сегментами, образуя электрическую цепь заданной схемы.

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для ручного включения и отключения электроустановок при редких пусках и автоматической защиты потребителей при коротких замыканиях и перегрузках. Для этого автоматические выключатели имеют тепловые и электромагнитные элементы с расцепителями, установленные на каждом полюсе.

Электромагнитные пускатели применяются для дистанционного ручного, автоматического и полуавтоматического управления асинхронными двигателями. Электромагнитным пускателем называется устройство, состоящее из контактора постоянного или переменного тока и станции управления. Электромагнитные пускатели бывают неревверсивные и реверсивные, со встроенными тепловыми реле и без них. По защищенности от внешней среды они бывают открытые, защищенные, пылебрызгозащищенные, пылевлагонепроницаемые и взрывобезопасные. Органы их управления — кнопки, переключатели, командоаппараты и реле управления. Электромагнитный пускатель выполняет функцию нулевой защиты, а при наличии теплового реле — осуществляет защиту от перегрузок двигателей.

Электромагнитные пускатели не предназначены для защиты от токов короткого замыкания, поэтому в цепи питания двигателя должны предусматриваться аппараты, защищающие от токов короткого замыкания, — автоматические выключатели или плавкие предохранители.

4. Порядок выполнения работы

4.1. При изучении устройства и назначения отдельных частей аппаратов ручного управления необходимо обратить внимание на конструктивные особенности изучаемого аппарата, способы и приемы регулирования контактов, возможность замены отдельных частей аппаратуры. Ознакомиться с каталожными данными изучаемой аппаратуры управления и защиты.

4.2. Для имеющегося двигателя выбрать необходимую аппаратуру и начертить схему.

Рубильники и выключатели выбирают по номинальному току и напряжению, а также по условиям окружающей среды.

Предельно размыкаемый ток для рубильников и рубящих переключателей с боковой рукояткой, без дугогасящих камер составляет $0,2I_n$ аппаратов; с дугогасящей камерой I_n при напряжении 380 В переменного тока, а при постоянном токе соответственно $0,2I_n$ и I_n при напряжении 220 В.

Пакетные выключатели, барабанные переключатели, контроллеры выбираются по каталогу в соответствии с необходимой схемой переключения, по номинальному току и напряжению. При выборе исполнения агрегатов учитывают условия окружающей среды.

При выборе автоматических выключателей необходимо соблюдать следующие условия:

- номинальное напряжение автоматического выключателя должно быть равно напряжению электрической сети или выше него;
- номинальный ток автоматического выключателя должен быть равным номинальному току электродвигателя или превышать его ($I_{нав} \geq I_{ндв}$);
- номинальный ток теплового и электромагнитного расцепителей должен быть равным номинальному току двигателя или немного больше него ($I_{расц} \geq I_{ндв}$) с последующим регулированием тока уставки теплового расцепителя на номинальный ток электродвигателя;
- ток, который может отключать автоматический выключатель (предельная отключающая способность), должен быть больше тока трехфазного короткого замыкания за местом установки автомата или равняться ему ($I_{пр. откл. авт} \geq I^2_k$);
- ток отсечки электромагнитного расцепителя должен составлять не менее 1,5-1,6 пускового тока электродвигателя ($I_{отс. расц} \geq 1,5 \dots 1,6I_n$).

Автоматические выключатели также выбирают по исполнению и наличию дополнительных расцепителей.

Магнитные пускатели и контакторы выбирают по напряжению ($U_{мн} \geq U_c$), по току ($I_{мн} \geq I_{расц}$), по току нагревательного элемента теплового реле ($I_{н нагр} \geq I_{н дв}$) с последующей регулировкой на номинальный ток электродвигателя, по напряжению втягивающей катушки, по исполнению и конструкции.

Записать паспортные данные автоматического выключателя, магнитного пускателя, выбранных для управления работой электродвигателя, выставленного на лабораторном стенде.

4.3. Для снижения пусковых токов асинхронных короткозамкнутых электродвигателей применяются различные аппараты, обеспечивающие пуск с переключением обмотки статора со «звезды» на «треугольник». При этом обмотка статора вначале включается по схеме «звезда», чем фазное напряжение двигателя по отношению к линейному напряжению сети снижается в $\sqrt{3}$ раз, а пусковой линейный ток уменьшается более чем в 3 раза. После того как электродвигатель достигнет номинальной частоты вращения, переключают обмотки статора на «треугольник».

5. Содержание отчета

1. Схемы реверсирования и переключения со «звезды» на «треугольник» с использованием представленной на стенде аппаратуры управления.
2. Схема управления и защиты электродвигателя и параметры выбранной аппаратуры.

Контрольные вопросы

1. Объясните назначение аппаратуры управления электродвигателями.
2. Перечислите основные типы аппаратов ручного управления.
3. Каково назначение рубильников и автоматических выключателей?
4. По каким параметрам выбираются магнитные пускатели?

Список рекомендуемых источников

1. Басов А.М. Основы электропривода и автоматическое управление электроприводом в сельском хозяйстве / А.М. Басов, А.Т. Шаповалов, С.А. Кожевников. — М. : Колос, 1972. — С. 250-272.
2. Таев И.С. Электрические аппараты автоматики и управления. — М. : Высшая школа, 1984. — С. 120-152.

Лабораторная работа № 14
Управление асинхронными электродвигателями
с помощью магнитных пускателей и осуществления блокировок.
Схемы зависимого управления

1. Цель работы

Изучить схему управления электродвигателями с помощью магнитных пускателей.

2. Программа работы

1. Ознакомиться с устройством нереверсивного и реверсивного магнитных пускателей.
2. Собрать схему пуска электродвигателя с помощью нереверсивного магнитного пускателя.
3. Собрать схему управления электродвигателем из двух мест.
4. Собрать схему управления электродвигателем с помощью реверсивного магнитного пускателя и осуществить блокировки размыкающими контактами кнопочной станции и контактами контактора.
5. Изучить устройство, работу и назначение механических блокировок.
6. Изучить схемы зависимого управления электродвигателями с помощью магнитных пускателей:
 - при пуске любого из двигателей включается в работу второй;
 - совместная работа двигателей невозможна (работает только один из двигателей);
 - пуск второго двигателя возможен после первого; при пуске второго двигателя первый отключается, а второй продолжает работать;
 - схема «толчкового» режима;
 - схемы по предложению студентов.

3. Описание работы

Магнитные пускатели в установках трехфазного тока применяются для ручного дистанционного или автоматического управления трехфазными асинхронными электродвигателями и другими трехфазными токоприемниками. Они состоят из подвижного и неподвижного сердечников, втягивающей катушки, системы силовых и вспомогательных контактов и кнопочной станции управления. Для возврата подвижного сердечника и подвижных контактов в исходное положение после размыкания цепи катушки применяются стальные возвратные пружины.

Трехфазные пускатели имеют три силовых замыкающих контакта и несколько вспомогательных, которые используются в качестве блок-контактов и в схемах сигнализации и зависимого управления.

В контакторах переменного тока применяются сердечники, выполненные из листов электротехнической стали. Этим достигается уменьшение вихревых токов. Торцевые части сердечников расщеплены на две части, одна из которых охватывается короткозамкнутым медным кольцом. Магнитный поток, проходящий по части стержня, охваченной кольцом, сдвигается по фазе относительно основного потока. Благодаря этому результирующий поток в разьеме и сила притяжения сердечников не исчезают, когда ток катушки проходит через нулевые значения.

Магнитные пускатели, как правило, комплектуются тепловыми реле.

Наиболее распространенные магнитные пускатели типа ПМА, ПМЛ позволяют осуществить до 150 включений в час. Катушки магнитных пускателей изготавливаются на напряжение 127, 220, 380 и 500 В.

Выбор магнитных пускателей производится по допустимой мощности электродвигателя при данном напряжении и по напряжению катушки.

В сетях с напряжением 380/220 В можно использовать катушки с напряжением 380 и 220 В. В первом случае катушка должна присоединяться к двум линейным проводам, во втором случае — к линейному и нулевому проводам. Несоответствие номинального напряжения катушки может вывести ее из строя, а завышенная мощность электродвигателя приводит к быстрому износу и порче линейных контактов.

Для управления двигателями, работающими в реверсивном режиме, применяются реверсивные магнитные пускатели, которые состоят из двух нереверсивных. Для реверсивных магнитных пускателей недопустимо одновременное включение «вперед» и «назад», так как это приводит к межфазному короткому замыканию на линейных контактах пускателей. С целью предотвращения такого явления применяются электрические и механические блокировки.

Механическая блокировка осуществляется с помощью рычажного механизма, который препятствует втягиванию одного сердечника, если включен другой. Электрическая блокировка может осуществляться с помощью размыкающих контактов кнопочной станции или размыкающих контактов контактора. В первом случае возможно реверсирование двигателя без предварительного нажатия на кнопку «СТОП», ее обязательно дублируют механической блокировкой; во втором — реверсирование возможно только после нажатия на кнопку «СТОП» и механическая блокировка, как правило, не применяется.

4. Порядок выполнения работы

При выполнении работы обратить внимание на конструктивные особенности контакторов, кнопочных станций и тепловых реле. При включении электродвигателей проследить за действием отдельных элементов магнитных пускателей: линейных контактов, размыкающих контактов в системе блокировок.

В процессе монтажа схемы рекомендуется вначале монтировать ее силовую часть, а затем цепи управления. При сборке цепей управления вначале собираются элементы последовательного включения, затем к ним присоединяются шунтирующие участки: блок-контакты и т.п. Не следует к одному зажиму присоединять больше 3-х проводников.

5. Содержание отчета

1. В отчете предоставить принципиальные и монтажные схемы реверсивных и нереверсивных магнитных пускателей; принципиальные схемы зависимого управления электродвигателями.
2. Дать пояснения назначения различных способов блокировки в схемах реверсивных пускателей, отметить их особенности.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет магнитный пускатель в схемах управления асинхронными электродвигателями?
2. Какая роль блокировочных связей в схемах управления электродвигателями?
3. Назовите основные конструктивные отличия контакторов постоянного и переменного тока.
4. Для чего расщепляют сердечник контактора переменного тока?

Список рекомендуемых источников

1. Басов А.М., Шаповалов А.Т., Кожевников С.А. Основы электропривода и автоматическое управление электроприводом в сельском хозяйстве. — М. : Колос, 1972. — С. 300-306.
2. Основы электропривода и применение электрической энергии в сельском хозяйстве / Г.И. Назаров, Н.П. Олейник, А.П. Фоменко и др. — М. : Колос, 1972. — С. 121.

Лабораторная работа № 15

Способы автоматического управления пуском двигателей постоянного тока

1. Цель работы

Изучить способы автоматического запуска двигателей постоянного тока ДПТ в функции тока, скорости и времени и исследовать их работу.

2. Программа работы

1. Рассмотреть принцип работы схем автоматического пуска ДПТ в функции тока, скорости и времени (рис. 15.1, 15.2, 15.3).
2. Произвести запуск ДПТ в функции тока (рис. 15.1) и начертить осциллограмму $I = f(t)$ в процессе разбега двигателя, определив по осциллограмме границы изменения пускового тока и время разбега на каждой ступени пускового реостата.
3. Произвести запуск ДПТ в функции скорости (рис. 15.2), рассчитать напряжения срабатывания и отпускания ($U_{ср}$ и $U_{отп}$) для электромагнитных реле КV1 и КV2.
4. Произвести запуск ДПТ в функции времени (рис. 15.3), настроить реле времени в соответствии с пусковой диаграммой двигателя, полученной ранее.

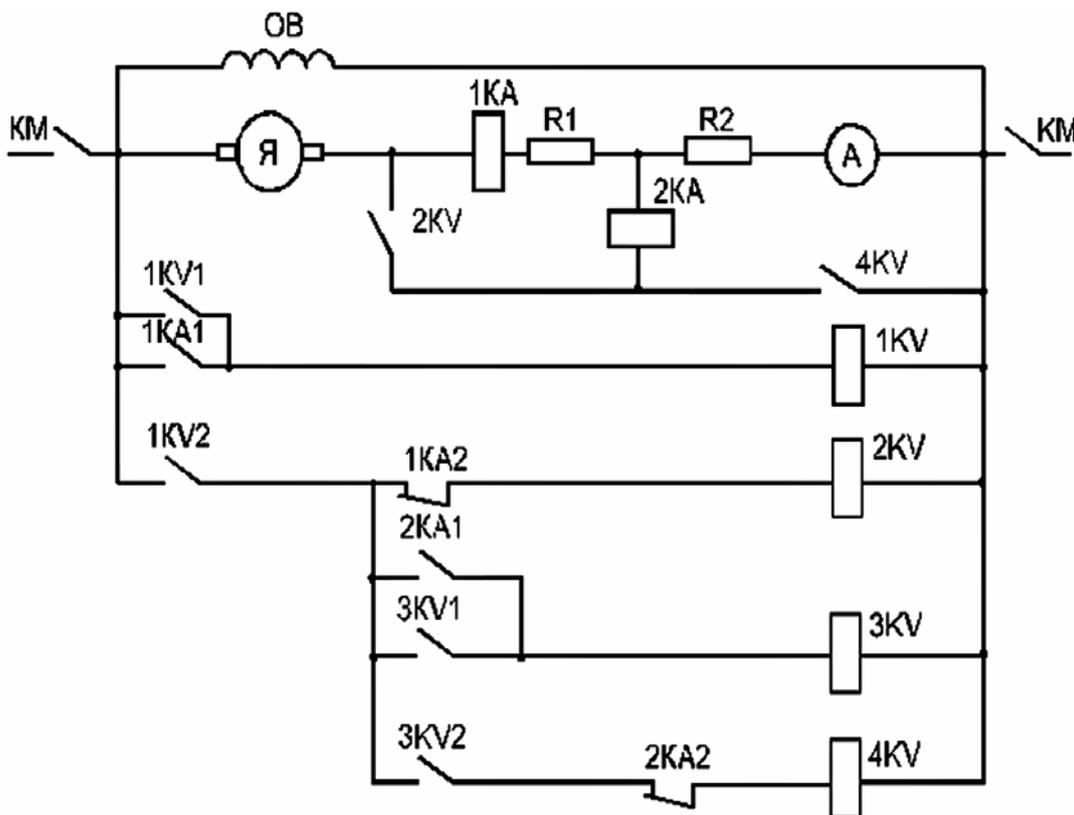


Рис. 15.1. Схема автоматического управления пуском ДПТ в функции тока

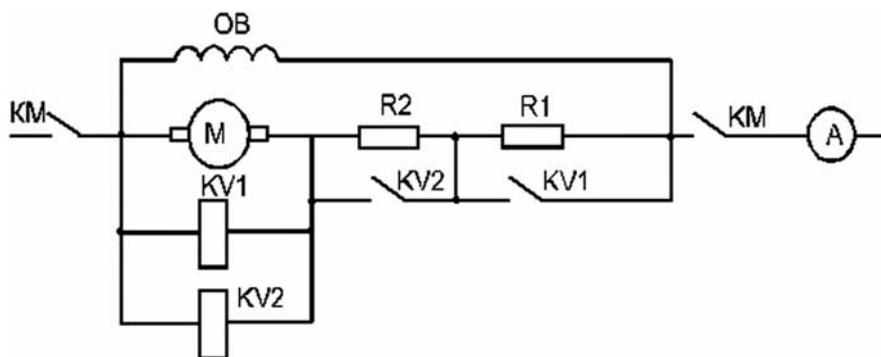


Рис. 15.2. Схема автоматического управления пуском ДПТ ПВ в функции скорости

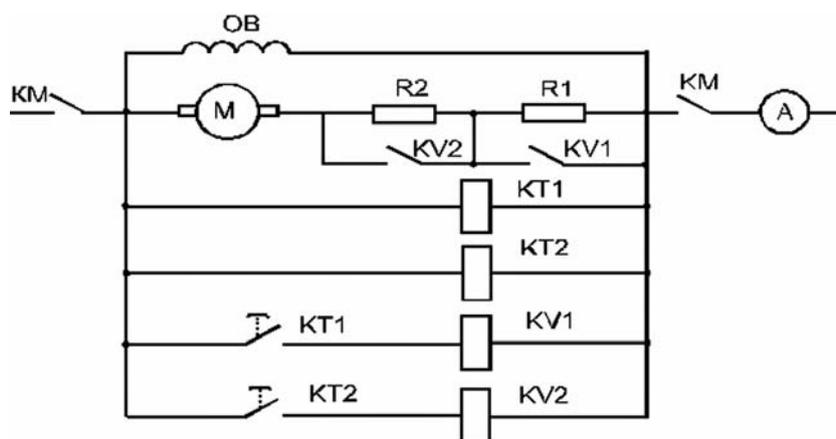


Рис. 15.3. Схема автоматического управления пуском ДПТ в функции времени

3. Описание работы

1. Автоматическое управление пуском в функции тока

На рисунке 15.1 изображена схема автоматического запуска ДПТ в функции тока.

В момент замыкания контактов магнитного пускателя КМ ток равен пусковому (рис. 15.4):

$$I_{n1} = \frac{U_c}{(R_{я} + R1 + R2)} > I_{ср.п},$$

где U_c — напряжение сети;
 $I_{ср.п}$ — ток средний пусковой;
 $R_{я}$ — сопротивление якоря;
 $R1$ — сопротивление первой ступени пускового реостата;
 $R2$ — сопротивление второй ступени пускового реостата.

Этот ток (точка 1 на рис. 15.4) больше тока надежного срабатывания реле 1КА. Контакты этого реле 1КА1 замыкаются, а 1КА2 размыкается. При замыкании контактов 1КА1 получает питание катушка промежуточного реле 1КВ. Контакты 1КВ1 этого реле заблокируют 1КА1, а 1КВ2 подготовят цепь катушки прореле 2КВ.

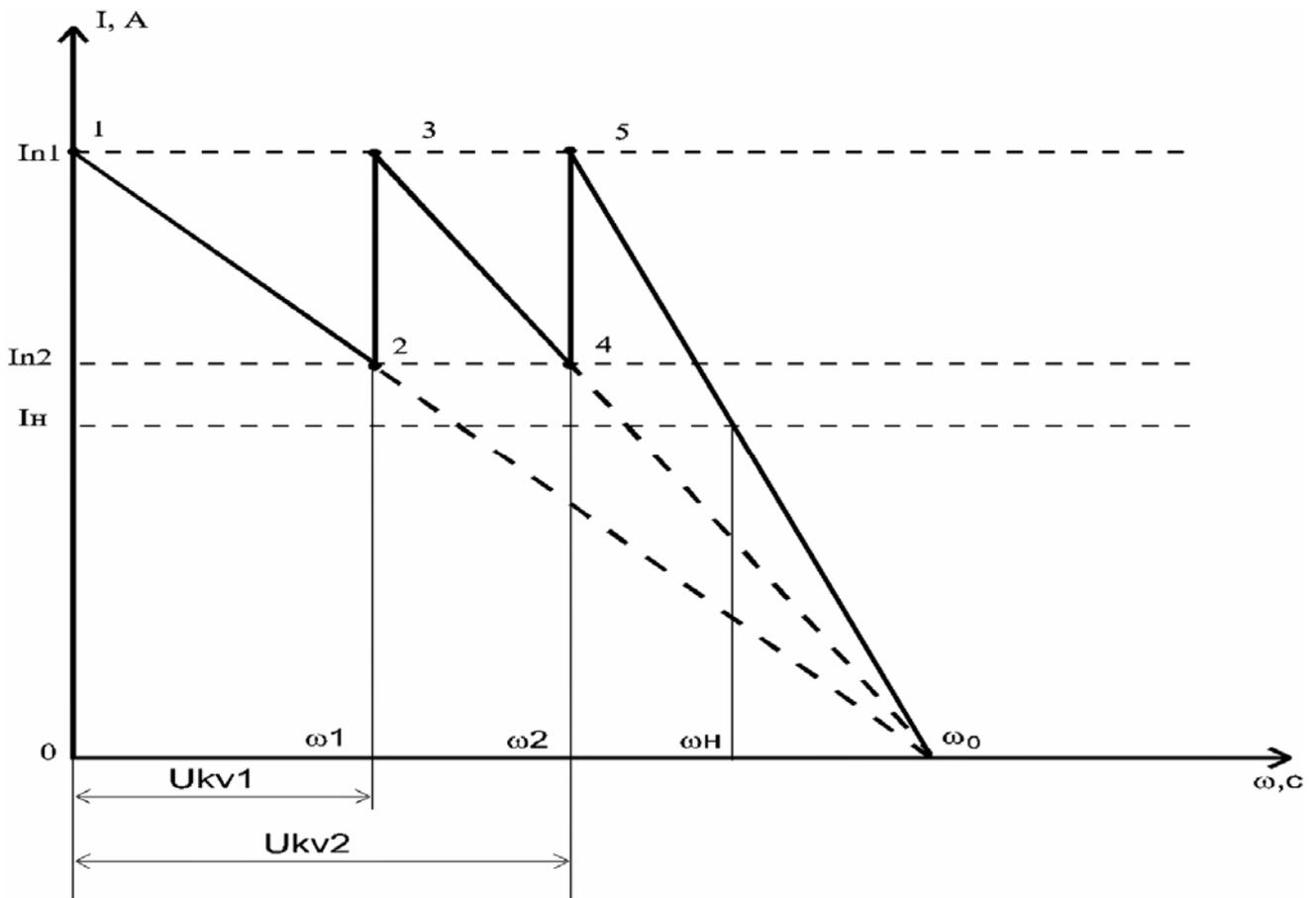


Рис. 15.4. Пусковая диаграмма

При увеличении частоты вращения якоря пусковой ток уменьшается до значения

$$I_{n2} = \frac{(U - E_1)}{(R_{\text{я}} + R1 + R2)} < I_{o \text{ mn}}, \quad E_1 = c \cdot \Phi \cdot \omega_1,$$

- где $I_{o \text{ mn}}$ — минимальный ток отпущения контактов реле 1КА.
 $c\Phi$ — произведение конструктивной постоянной двигателя и магнитного потока;
 ω_1 — угловая скорость якоря в точке 2 на рисунке 15.4.

При этом токе реле 1КА возвращается в исходное положение, и его контакты 1КА1 размыкаются, а 1КА2 — замыкается. Катушка реле 2KV получает питание и замыкает свой контакт 2KV. В результате образуется цепь, шунтирующая сопротивление R1. При этом ток в цепи якоря будет иметь значение

$$I_{n1} = \frac{(U - E)}{(R_{\text{я}} + R2)} > I_{\text{ср.2ка}}.$$

где $I_{\text{ср.2ка}}$ — ток срабатывания реле 1КА.

При срабатывании реле 2КА2 контакт 2КА1 замыкается, 2КА2 — размыкается. Реле 3КВ подготавливает к работе реле 4КВ, и после дальнейшего разбега двигателя ток, протекающий по обмотке якоря, уменьшается до значения

$$I_{n2} = \frac{(U - E_2)}{(R_{я} + R2)} < I_{omn.2ka},$$

где

$$E_2 = c \Phi \cdot \omega_2$$

Здесь ω_2 — угловая скорость якоря в точке 4 (см. рис. 15.4).

Контакт 2КА2 замыкается, и катушка реле 4КВ получит питание. Контакт 4КВ шунтирует сопротивление R2, и двигатель выходит на естественную характеристику в точке 5.

2. Схема автоматического управления пуском в функции скорости

Для схемы, обеспечивающей управление в функции скорости (см. рис. 15.2), разбег двигателя проходит по той же пусковой диаграмме (см. рис. 15.4), но отключение ступеней пускового реостата происходит в результате наведения ЭДС якоря пропорциональной скорости. При угловой скорости ω_1 напряжение на катушках реле KV1 и KV2 достигает значения

$$U_{kv1} = U_c - I_{n2}(R_{я} + R1 + R2) > U_{cp.kv1},$$

где

U_c — напряжение сети;

$U_{cp.kv1}$ — напряжение срабатывания промреле KV1.

Реле напряжения KV1 замыкает свой контакт и шунтирует сопротивление R1, ток якоря возрастает до I_{n1} и разбег электродвигателя продолжится по отрезку 3 — 4. В точке 4 напряжение на катушках реле KV2 достигает значения: $U_{kv2} = U_c - I_{n2}(R_{я} + R2) > U_{cp.kv2}$.

Его контакт замыкается и шунтирует сопротивление R2, двигатель выходит на естественную характеристику.

3. Автоматическое управление пуском двигателя в функции времени

На рисунке 15.3 представлена принципиальная электрическая схема пуска ДПТ в функции времени, где замыкающие контакты с выдержкой времени при замыкании срабатывают в соответствии с временной диаграммой разбега двигателя в заданных границах пусковых токов. При замыкании контактов КМ получают питание катушки реле времени КТ1 и КТ2. Контакты этих реле замыкаются с определенными выдержками времени, подавая питание на катушки реле KV1 и KV2, которые своими контактами шунтируют ступени пусковых сопротивлений R1 и R2.

Выдержки времени должны подбираться так, чтобы пусковой ток изменялся в пределах от I_{n1} до I_{n2} .

4. Порядок выполнения работы

Для выполнения пусков при соответствующих параметрах автоматического управления необходимо набрать по коду соответствующую схему. Произвести запуск двигателя, наблюдая с помощью осциллографа за изменениями пускового тока в переходных режимах. Используя регулировки аппаратуры в соответствующих схемах, добиться изменения пусковых токов при отключении ступеней пусковых сопротивлений в одинаковых пределах.

5. Содержание отчета

1. Начертить схемы, изображенные на рисунках 15.1, 15.2, 15.3.
2. Зарисовать осциллограмму разбега, определив при этом значения: I_{n1} , I_{n2} , t_{1cm} , t_{2cm} , $t_{общ}$.
3. Определить напряжение срабатывания и отпускания реле KV1 и KV2.

Контрольные вопросы

1. Что следует понимать под автоматическим управлением пуска электродвигателей?
2. Какие принципы положены в основу автоматического управления пуска электродвигателей?
3. Дайте сравнительную оценку различных принципов автоматического управления пуска электродвигателей.

Список рекомендуемых источников

1. Басов А.М. Основы электропривода и автоматическое управление электроприводом в сельском хозяйстве / А.М. Басов, А.Т. Шаповалов, С.А. Кожевников. — М. : Колос. 1972. — С. 30-320.

Лабораторная работа № 16

Управление асинхронным электродвигателем с торможением противовключением

1. Цель работы

Изучить схемы управления асинхронным электродвигателем и автоматического торможения противовключением.

2. Программа работы

1. Ознакомиться с оборудованием и приборами, используемыми в работе.
2. Изучить устройство и принцип работы реле контроля скорости РКС.
3. Ознакомиться со схемами управления асинхронным электродвигателем и автоматического торможения противовключением с использованием РКС.
4. Собрать схему реверсивного управления асинхронным электродвигателем с автоматическим торможением противовключением и произвести пробные включения.
5. Составить и собрать схему нереверсивного управления с автоматическим торможением противовключением.

3. Описание работы

Роль электродвигателя в электроприводе далеко не исчерпывается задачами приведения в движение рабочих органов машин и механизмов. Весьма часто в современных электроприводах необходимо обеспечивать быстрое затормаживание, остановку механизма в заданном месте, спуск с заданной скоростью, изменение направления движения. От надежного и точного выполнения этих операций во многих случаях зависит производительность труда, качество вырабатываемого продукта, безопасность производственной операции (спуск клетки в шахту), а иногда возможность самого производственного процесса (лифты, согласование дверей поездов метро с дверями станционных залов) и др. Одним из видов торможения является торможение противовключением. Такой тормозной режим возможен в том случае, если ротор двигателя вращать в сторону, противоположную направлению его включения. У асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором такой режим возможен при реверсировании двигателя во время вращения ротора. Если в момент остановки ротора двигатель не отключить, он перейдет в двигательный режим обратного вращения.

Для автоматического отключения электродвигателя в момент его остановки используется реле контроля скорости РКС (рис. 16.1).

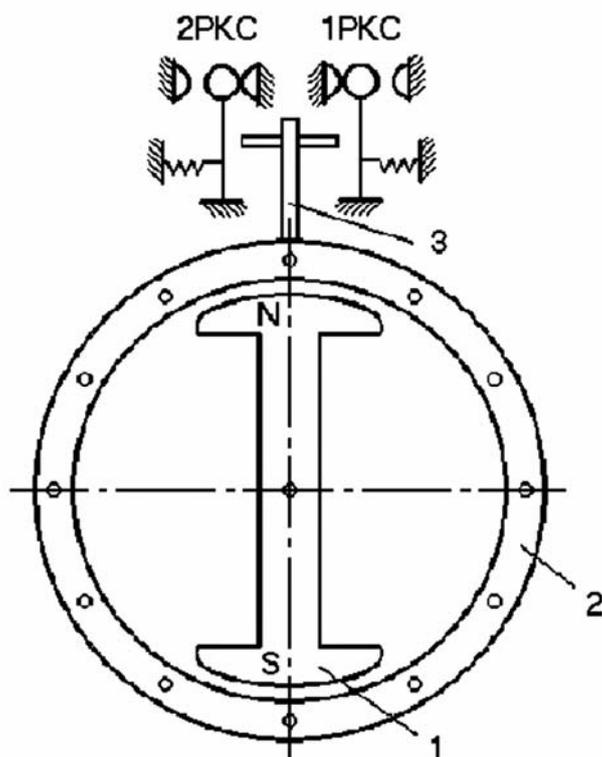


Рис. 16.1. Реле контроля скорости

Реле состоит из постоянного магнита 1, помещенного внутри подвижного кольца 2 (статор), и системы контактов. Постоянный магнит соединен с валом электродвигателя и вращается вместе с ним. Кольцо 2 имеет обмотку в виде беличьего колеса и жестко соединено с рычагом 3. Рычаг 3 при повороте кольца воздействует на контактную систему 1PKC или 2PKC. При вращении вала электродвигателя, а с ним и постоянного магнита 1, в обмотке статора индуцируется ток, поле которого взаимодействует с полем магнита и создает вращающий момент, стремящийся повернуть статор в сторону вращения магнита.

При достижении даже небольшой скорости контактная система РКС приводится в действие и производит соответствующие переключения в схеме управления.

При остановке электродвигателя рычаг 3 и контактная система возвращаются в исходное положение.

Схема, представленная на рисунке 16.2, работает следующим образом. При нажатии кнопки 2SB включается контактор 1KM, который замыкает свои силовые контакты в цепи двигателя прямого направления вращения. При этом замыкаются блок-контакты 1KM1 и размыкаются блокировочные контакты 1KM2. По достижении определенной скорости вала двигателя замыкаются контакты 1PKC1 и размыкаются контакты 1PKC2 в цепи катушки 2KM.

При нажатии на кнопку 1SB катушка 1KM теряет питание, отключая двигатель от сети, а вспомогательные контакты 1KM2 замыкаются, подавая питание на катушку контактора 2KM через замкнутые контакты 1PKC1.

Силовые контакты 2КМ подают питание на двигатель при обратном чередовании фаз, обеспечивая тормозной режим противовключением. Контакты 1РКС2 в это время разомкнуты и не позволяют образоваться постоянной цепи питания катушки 2КМ через блок-контакты 2КМ1.

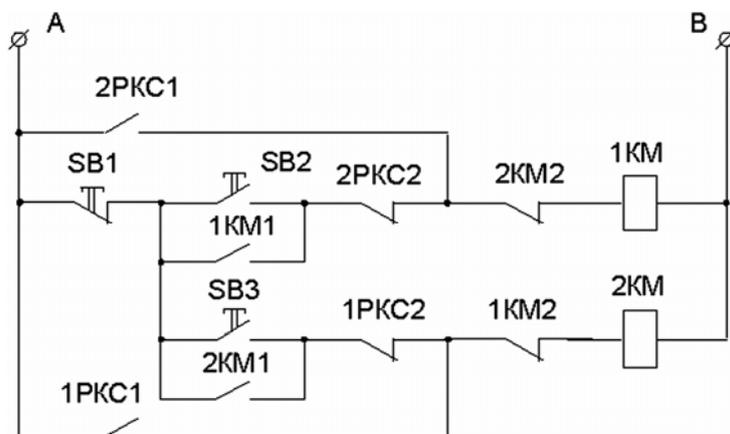


Рис. 16.2. Схема управления двигателем с реверсированием и торможением противовключением

Когда скорость двигателя и момент РКС достигнут малых величин, контакты 1РКС1 размыкаются, разрывая цепь питания катушки 2КМ, и двигатель отключается.

При реверсировании электродвигателя процесс автоматического торможения происходит аналогичным образом.

4. Порядок выполнения работы

Собрать схему (см. рис. 16.2) и произвести пробные пуски электродвигателя в прямом и обратном направлениях. Составить схему неревверсивного включения электродвигателя с автоматическим торможением противовключением с использованием РКС.

5. Содержание отчета

1. Начертить схемы неревверсивного и реверсивного управления асинхронным двигателем торможением.
2. Привести схему поперечного разреза РКС.

Контрольные вопросы

1. Какой режим торможения называется противовключением?
2. Как устроено и на каком принципе работает реле контроля скорости?
3. Укажите точку перехода двигателя в тормозной режим противовключением на механических характеристиках.
4. Для какой цепи используются размыкающие контакты РКС?

Список рекомендуемых источников

1. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. — М. : Энергоиздат, 1981. — С. 58-65.

Лабораторная работа № 17

Регулирование частоты вращения асинхронных электродвигателей изменением числа пар полюсов

1. Цель работы

Изучить методику регулирования частоты вращения короткозамкнутого асинхронного электродвигателя изменением числа пар полюсов путем изменения схем соединения обмоток статора.

2. Программа работы

1. Ознакомиться с паспортными данными электродвигателя.
2. Убедиться в возможности и методике пересоединения обмоток статора с целью изменения числа пар полюсов.
3. Используя существующую и измененную схемы обмоток, определить число пар полюсов вращающегося магнитного поля.
4. Собрать схему статорной обмотки для включения на 1-й и 2-й ступенях скорости.
5. Собрать схему управления для включения двигателя на 1-й и 2-й ступенях скорости на магнитных пускателях.
6. Произвести включение двигателя на обеих ступенях скорости.
7. Измерить пусковые токи и токи холостого хода при одно- и двухступенчатом пуске двухскоростного электродвигателя с использованием осциллографа.

3. Описание работы

Регулирование частоты вращения асинхронных электродвигателей с к.з. ротором является довольно сложной задачей. Один из способов регулирования — это метод изменения числа пар полюсов вращающегося магнитного поля. Промышленность выпускает многоскоростные двигатели с двумя независимыми обмотками. Эти двигатели по техническим и экономическим показателям уступают однообмоточным, так как их КПД и $\cos \varphi$ ниже. У однообмоточных двигателей с четным числом пар полюсов изменение частоты вращения магнитного поля и, следовательно, частоты вращения вала возможно путем пересоединения обмоток статора с одного на удвоенное число пар полюсов.

Число пар полюсов изменяют, переключая часть секций таким образом, чтобы ток в них протекал в противоположном прежнему направлению. При этом меняется распределение магнитодвижущей силы внутри расточки статора, в результате чего изменяется частота вращения магнитного поля.

Так, если у двигателя две секции фазы обмотки статора соединяются между собой последовательно, то, как показано на рисунке 17.1, они образуют 4-полюсное магнитное поле. При параллельном соединении этих секций (рис. 17.2) число полюсов магнитного поля становится вдвое меньше.

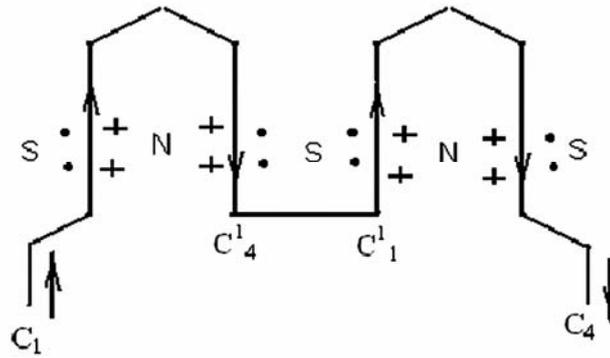


Рис. 17.1. Схема последовательного соединения секций одной фазы асинхронного двигателя с числом полюсов $2p = 4$

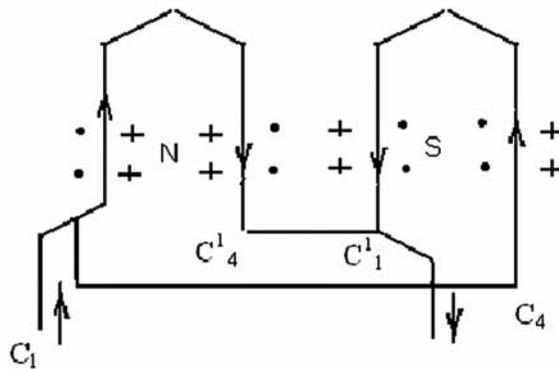


Рис. 17.2. Схема параллельного соединения секций одной фазы асинхронного двигателя с числом полюсов $2p = 2$

Для получения большего числа пар полюсов секции $C_1-C_4^1$ и $C_1^1-C_4$ на рисунке 17.1, образующие обмотку одной фазы, соединяются между собою последовательно, и направление тока в них от начала секции C_1 к концу C_4^1 и от C_1^1 к C_4 одинаковое. Две секции в одной фазе образуют две пары полюсов.

При параллельном включении секций по схеме рисунке 17.2 в одной из них направление тока изменяется на противоположное, в результате чего они образуют магнитное поле с одной парой полюсов.

Схемы соединения обмоток двухскоростного двигателя показаны на рисунке 17.3 и 17.4. На рисунке 17.3 приведена схема соединения «звезда» с числом пар полюсов $2p = 4$, на рисунке 17.4 — схема с $2p = 2$. Последняя схема называется «двойная звезда». Ввиду необходимости сложных переключений обмоток многоскоростного электродвигателя, для управления им применяются специальные переключатели с ручным управлением типа универсальных переключателей УП-5400 и барабанных переключателей БП1, БП2 и др.

Для автоматического и полуавтоматического управления многоскоростными электродвигателями используются контакторы, командные импульсы на которые подаются от кнопочных станций или других командных аппаратов.

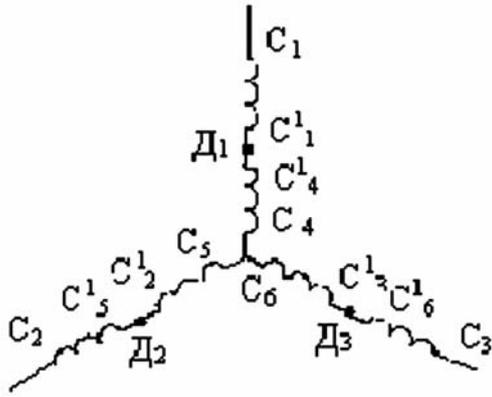


Рис. 17.3. Схема соединения обмоток «звезда» с числом пар полюсов $2p = 4$

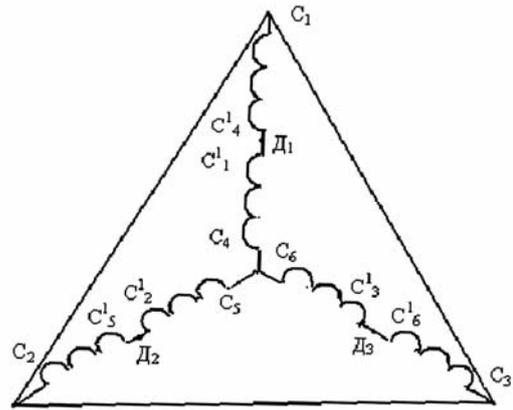


Рис. 17.4. Схема соединения обмоток «двойная звезда» с числом пар полюсов $2p = 2$

Пуск многоскоростных электродвигателей может осуществляться в одну ступень или ступенчатым.

При ступенчатом пуске электродвигатель вначале включается на большее число пар полюсов (на пониженную частоту вращения) с последующим переходом на меньшее число пар полюсов. Одноступенчатый пуск осуществляется непосредственным включением на заданную ступень скорости без предварительного включения на предыдущие ступени.

При контакторном управлении многоскоростными электродвигателями в схеме управления необходимо предусматривать блокировки вспомогательными контактами контакторов и размыкающими контактами кнопочных станций.

На рисунках 17.5-17.6 представлены силовая схема и схема управления двухскоростным электродвигателем с числом пар полюсов $2p = 4$ и $2p = 1$.

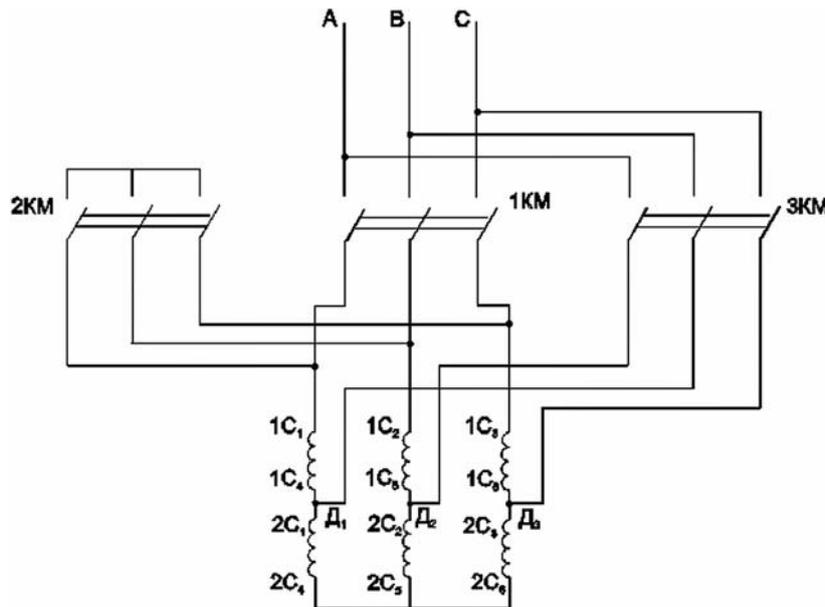


Рис. 17.5. Силовая схема управления двухскоростным электродвигателем

При несоблюдении этого условия на различных ступенях скорости будет происходить реверсирование. Это особенно нежелательно при двухступенчатом включении двигателя, когда при переходе от первой ко второй ступени электродвигатель будет запускаться не с «нуля», а с первой ступени обратного вращения. Такой режим для двигателя является очень тяжелым и может привести к быстрому его перегреву.

3. Порядок выполнения работы

Работа по регулированию угловой скорости асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором путем переключения числа пар полюсов выполняется на четырехполюсном электродвигателе АОЛ2-О124 с синхронной частотой вращения 1500 об/мин. У данного электродвигателя каждая фаза обмотки статора состоит из 2 катушек (2 секций), соединенных между собою последовательно.

Соединить обмотки статора по схеме рисунку 17.3 и произвести пуск двигателя, с помощью осциллографа измерить пусковой ток и ток холостого хода, а тахометром — частоту вращения вала двигателя.

Соединить обмотки статора по схеме рисунку 17.4 и произвести пуск двигателя автоматическим выключателем, измерив с помощью осциллографа пусковой ток и ток холостого хода, а с помощью тахометра — частоту вращения вала двигателя. Собирая обмотки по схемам рисунков 17.3 и 17.4, убедиться в изменении направления вращения при неизменном чередовании фаз.

Собрать схему по рисунку 17.6 и с помощью магнитных пускателей произвести одно- и двухступенчатый пуск и остановку. Определить режим работы двигателя при переходе с высшей на низшую скорость.

5. Содержание отчета

1. Значения пусковых токов и токов холостого хода при прямом пуске на 1-й и 2-й скоростях, а также пусковые токи при 2-ступенчатом пуске.

Контрольные вопросы

1. Как изменить число пар полюсов обмотки статора?
2. Можно ли изменять число пар полюсов обмоток статоров короткозамкнутых электродвигателей и с фазным ротором?
3. Назначение блокировок в цепи управления двухскоростным электродвигателем с помощью магнитных пускателей.

Список рекомендуемых источников

1. Басов А.М. и др. Основы электропривода и автоматическое управление электроприводом в сельском хозяйстве / А.М. Басов, А.Т. Шаповалов, С.А. Кожевников. — М. : Колос, 1972. — С. 177-187.

Лабораторная работа № 18

Схемы автоматического управления пуском асинхронных электродвигателей с фазным ротором

1. Цель работы

Изучить методы автоматического управления пуском асинхронных электродвигателей и приобрести навыки чтения схем управления.

2. Программа работы

1. Изучить схемы автоматического управления пуском асинхронных электродвигателей в функции тока, времени и скорости.
2. Изучить варианты схем автоматического управления с одним токовым реле и с числом реле, равным числу ступеней пускового резистора.
3. Изучить схемы автоматического управления пуском в функции скорости без торможения и с автоматическим торможением.
4. Изучить схемы автоматического управления пуском в функции времени.
5. Разработать варианты схем управления пуском и торможением, отличные от приведенных на рисунках 18.1-18.5.

3. Описание работы

Изучить *схемы автоматического управления пуском АД в функции тока*, которые бывают нижеследующих типов:

1. С числом токовых реле, равным числу ступеней пусковых сопротивлений (рис. 18.1).

При нажатии на кнопку SB2 срабатывает магнитный пускатель KM1 и через контакты KM1.1 подключает электродвигатель к сети. Одновременно контакты KM1.2 шунтируют кнопку «пуск» (SB2), а контакты KM1.3 замыкают цепь промежуточного реле KV1. Пусковой ток ротора, превышающий в 3-3,5 раза номинальный, приводит к срабатыванию токовых реле КА1 и КА2 и размыканию соответствующих контактов в цепи катушек магнитных пускателей KM2 и KM3. Чтобы эти пускатели не успели сработать до размыкания контактов КА1 и КА2, предусмотрено промежуточное реле KV1, осуществляющее временную задержку срабатывания этих реле. При снижении пускового тока в роторе до заданной величины токовые реле возвращаются в исходное положение и их контакты КА1 и КА2 замыкаются. Срабатывает магнитный пускатель KM2, который своими контактами KM2.1 шунтирует первую ступень пускового резистора. Ток в роторе вновь увеличивается до первоначального пускового, срабатывает токовое реле КА2 и размыкает свои контакты в цепи KM3. Промежуточное реле KV2 своими замыкающими контактами обеспечивает временную задержку перед размыканием контактов КА2. После снижения

пускового тока контакты токового реле КА2 замыкаются и магнитный пускатель КМ3 шунтирует вторую ступень пускового резистора. Размыкающими контактами КМ3.3 обесточиваются цепи катушек КV1, КМ2 и КV2, а контактами КМ3.2 блокируются контакты этих аппаратов в цепи питания катушки магнитного пускателя КМ3.

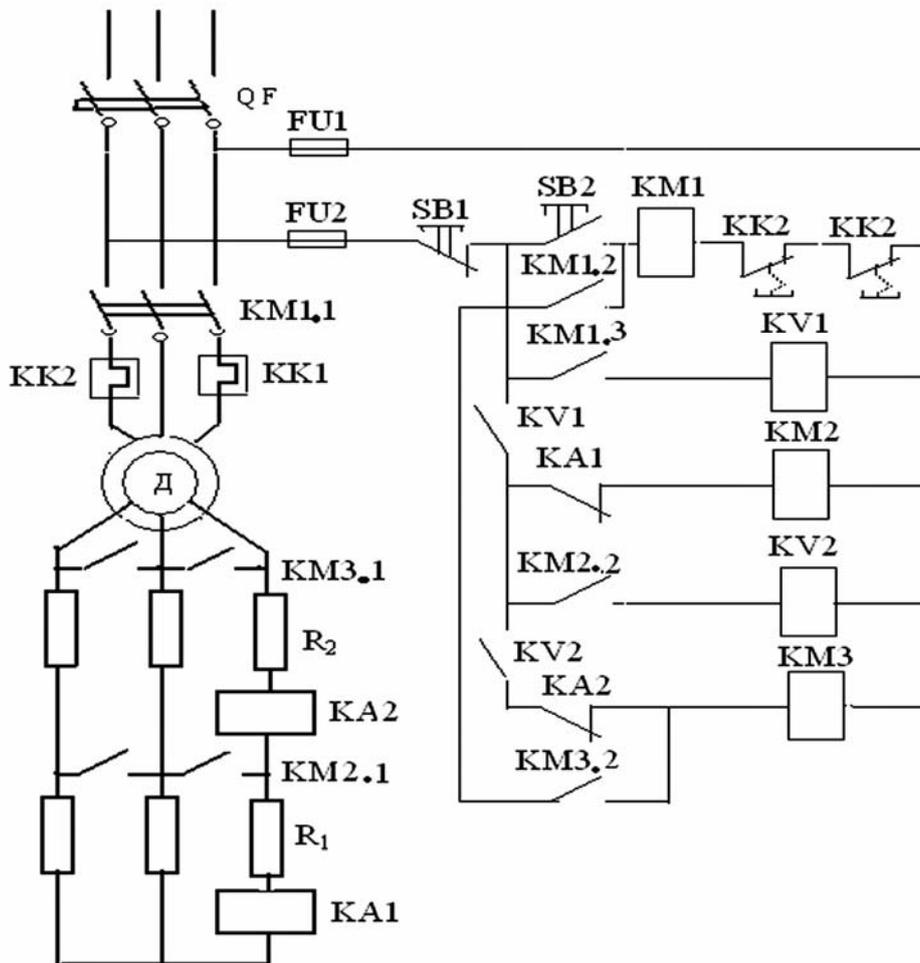


Рис. 18.1. Схема автоматического управления пуском в функции тока с числом токовых реле, равным числу ступеней пусковых сопротивлений

2. С одним токовым реле и балластным сопротивлением (рис. 18.2).

При нажатии на кнопку SB2 замыкаются силовые КМ1.1 и вспомогательные КМ1.2, КМ1.3, КМ1.4 контакты магнитного пускателя КМ1. Ток катушки КМ1 протекает по замкнутым контактам реле КА. Двигатель запускается при включенных пусковых сопротивлениях R1, R2, R3. Контактными КМ1.3 запитывается катушка реле КV1, которое своими контактами с некоторым сдвигом по времени замыкает цепь катушки КМ2. При пусковом токе статора срабатывает токовое реле КА и размыкает свои контакты в цепи катушек КМ1 и КV1. Теперь ток этих катушек протекает по

сопротивлению R , в результате чего снижается напряжение на катушках цепи управления. Этого напряжения достаточно для удержания включенными $KM1$ и $KV1$, но недостаточно для срабатывания магнитного пускателя $KM2$. По мере уменьшения пускового тока, реле KA возвращается в исходное положение и его контакты замыкаются. Напряжение на катушке $KM2$ восстанавливается до напряжения сети, пускатель $KM2$ срабатывает и контактами $KM2.1$ отключает первую ступень пускового резистора, контактами $KM2.2$ включает реле $KV2$. Ток статора увеличивается до пускового, контакты KA размыкаются, и далее процесс шунтирования ступеней повторяется до окончания пуска.

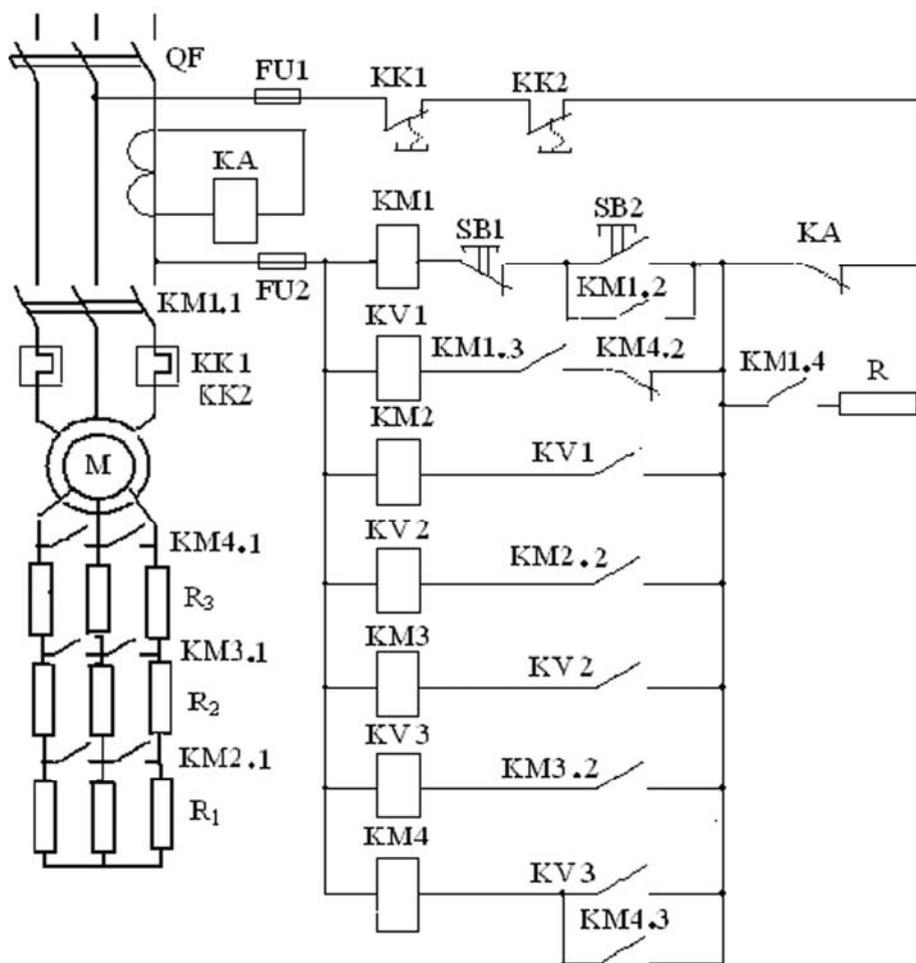


Рис. 18.2. Схема автоматического управления пуском АД с одним токовым реле и балластным сопротивлением

3. С одним токовым реле без балластного сопротивления (рис. 18.3).

При замыкании контактов $SB2$ срабатывает контактор $KM1$ и происходит подача питания на обмотку статора двигателя, контактами $KM1.2$ блокируется кнопка «пуск», а контактами $KM1.3$ подается питание на катушку прореле $KV1$, которое своими контактами $KV1.1$ обеспечивает

временную задержку, необходимую для размыкания контактов КА1.1 и КА1.2 токового реле КА. Пусковой ток двигателя приводит к срабатыванию этого реле и размыканию его контактов. По мере разбега двигателя, ток уменьшается, и при достижении установленного значения токовое реле приходит в исходное положение. Его контакты замыкаются и приводят к срабатыванию магнитного пускателя КМ2. При этом происходит шунтирование первой ступени пускового резистора контактами КМ2.1, блокирование контактов КА1.1 контактами КМ2.2 и контактами КМ2.3 подается питание на катушку протреле КV2. За время срабатывания реле КV2 и замыкания его контактов КV2.1 успевают разомкнуться контакты КА1.2 в результате увеличения пускового тока двигателя после отключения первой ступени пускового резистора. В дальнейшем пусковой ток уменьшается, и процесс отключения ступеней пускового резистора повторяется до завершения пуска. После отключения последней ступени сопротивления пускателем КМ4 его контактами КМ4.3 отключается питание всех цепей управления пуском, а контактами КМ4.2 обеспечивается питание катушки КМ4.

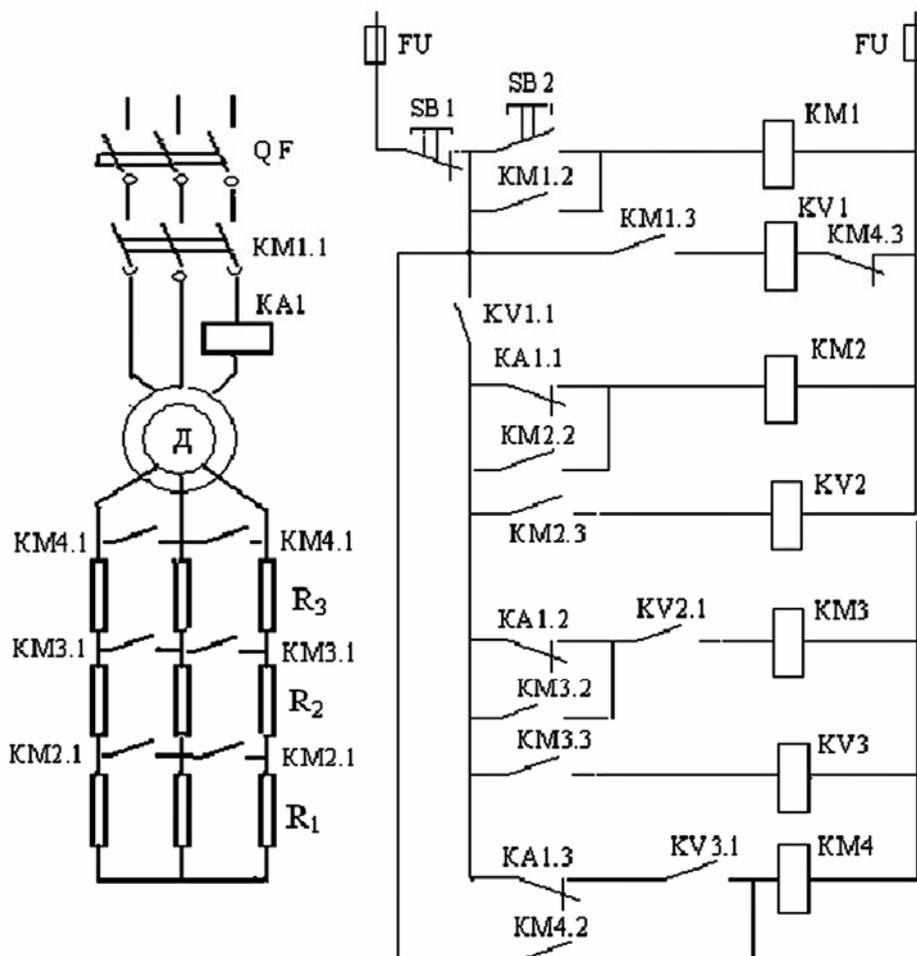


Рис. 18.3. Схема автоматического управления пуском АД в функции тока

4. С динамическим торможением (рис. 18.4).

Пуск двигателя. При нажатии на кнопку SB2 получает питание катушка магнитного пускателя KM1, который своими силовыми контактами KM1.1 подает питание на обмотку статора двигателя, контактами KM1.2 блокирует кнопку «пуск», а контакты KM1.3 замыкают цепь катушки реле времени KT3, которое готовит цепь катушки KM4 к режиму динамического торможения. Одновременно контактами KM1.4 подается питание на катушку реле времени KT1, которое с заданной выдержкой времени замыкает цепь катушки магнитного пускателя KM2. Контактными KM2.1 этого пускателя шунтируется первая ступень пускового резистора, а контактами KM2.2 замыкается цепь катушки реле времени KT2. После срабатывания с установленной выдержкой времени этого реле включается магнитный пускатель KM3, своими контактами KM3.1 отключает вторую ступень сопротивления.

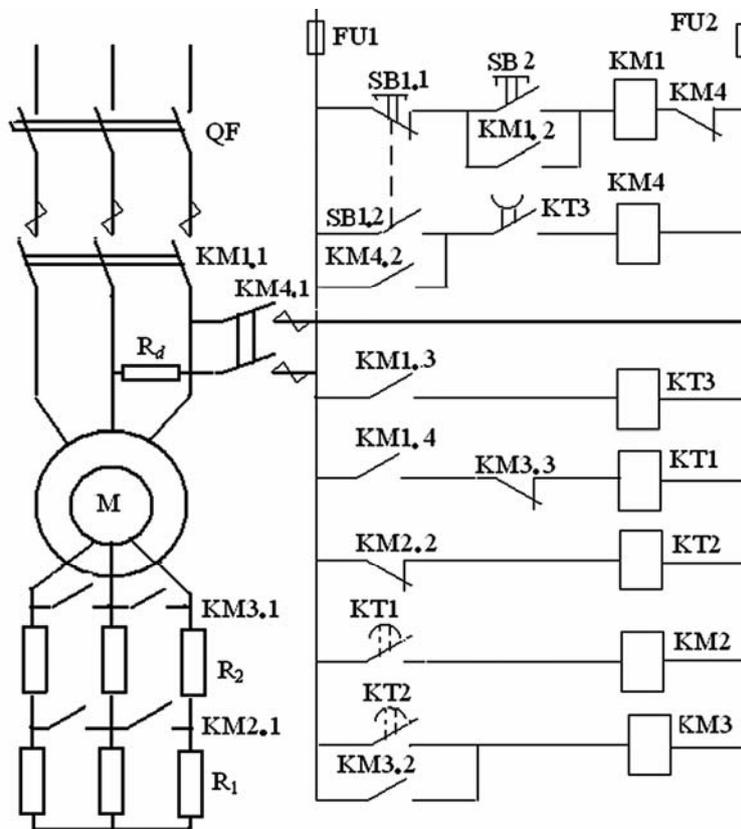


Рис. 18.4. Схема автоматического управления пуском АД в функции времени с динамическим торможением

Остановка двигателя. При нажатии на кнопку SB1.1 размыкается цепь катушки магнитного пускателя KM1, отключая обмотку статора от сети. Контактными SB1.2 замыкается цепь катушки магнитного пускателя KM4 (в этот момент контакты KT3 замкнуты), через силовые контакты которого (KM4.1) и токоограничительное сопротивление R_d подается постоянный ток в обмотки статора двигателя, а контактами KM4.2 блокируется кнопка SB1.2.

По истечении заданной выдержки времени контакты реле КТЗ размыкаются, теряет питание катушка пускателя КМ4, прекращая подачу постоянного тока в обмотке статора. Если цепь управления двигателя выполняется на переменном токе, контакты КМ4.1 должны замыкать цепь питания первичной обмотки понижающего трансформатора. Во вторичной цепи этого трансформатора следует предусмотреть диодное выпрямляющее устройство.

5. Схема автоматического управления пуском АД в функции скорости (рис. 18.5).

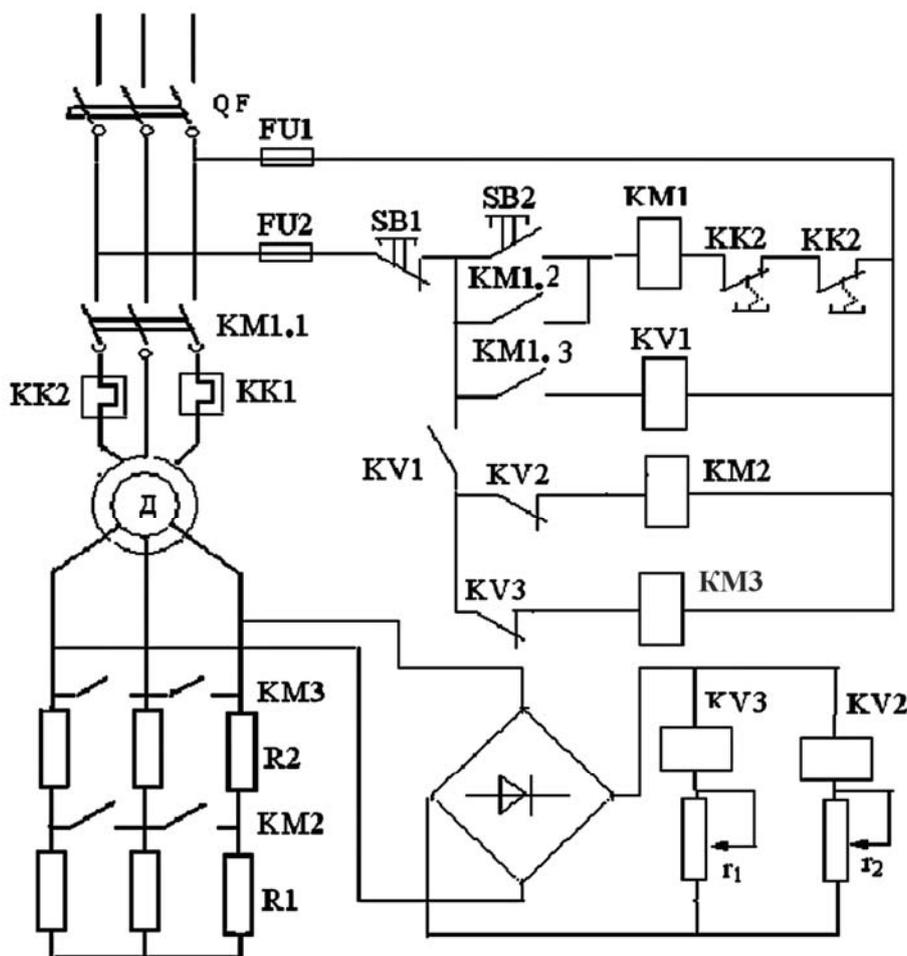


Рис. 18.5. Схема автоматического управления пуском АД в функции скорости

Импульс на включение двигателя подается нажатием кнопки SB2. При срабатывании КМ1 его силовые контакты КМ1.1 подают питание на обмотку статора двигателя, контакты КМ1.2 блокируют кнопку SB2, а КМ1.3 замыкают цепь катушки реле КV1. В момент включения двигателя в обмотке ротора наводится максимальная ЭДС, которая приводит к срабатыванию реле КV2 и КV3 и размыканию их контактов в цепях катушек магнитных пускателей КМ2 и КМ3. Двигатель при этом разбегается при

Учебно-практическое издание

Управление электроприводами : лабораторный практикум для студентов специальности 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» очной формы обучения. — Ч. II / сост. А.С. Симоненко. — 2-е изд., стереотип. — Кострома : КГСХА, 2010. — 50 с.

Гл. редактор Н.В. Киселева
Редактор выпуска Т.В. Тарбеева

полных пусковых сопротивлений. По мере увеличения скорости, ЭДС ротора уменьшается пропорционально уменьшению скольжения. При этом вначале реле KV2, затем KV3 возвращаются в исходное положение, замыкая поочередно свои контакты в цепях KM2 и KM3, которые шунтируют ступени пусковых сопротивлений.

Чтобы пускатели KM2 и KM3 не сработали, прежде чем разомкнутся контакты реле KV2 и KV3 и не произошло шунтирование пусковых сопротивлений в самом начале пуска, промежуточное реле KV1 обеспечивает своими контактами временную задержку.

Для настройки реле KV2 и KV3 последовательно с их катушками предусматриваются сопротивления r_1 и r_2 . Применение реле KV2 и KV3 постоянного тока способствует получению более узкого порога и более четкого их срабатывания.

4. Порядок выполнения работы

Выполнение работы предусматривает приобретение навыков в чтении принципиальных схем и анализе взаимодействия отдельных элементов схем в каждом из заданных параметров, в функции которого производится автоматизация управления пуском.

5. Содержание отчета

В отчете изложить краткое описание последовательности срабатывания и взаимодействия элементов схем в процессе пуска двигателя.

Контрольные вопросы

1. Что подразумевает автоматическое управление пуском?
2. Какие физические параметры используются для автоматического управления пуском?
3. Какое назначение прореле KV1 и KV2 в схеме (рис. 18.5)?
4. Почему в схеме (рис. 18.5) используются прореле KV2 и KV3 на постоянном токе?

Список рекомендуемых источников

1. Басов А.М. и др. Основы электропривода и автоматическое управление электроприводом в сельском хозяйстве / А.М. Басов, А.Т. Шаповалов, С.А. Кожевников — М. : Колос, 1972. — С. 300-305.

Для заметок

Для заметок

Учебно-практическое издание

Управление электроприводами. Ч 2 : лабораторный практикум для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии» очной и заочной форм обучения / сост. А.С. Симоненко. — 3-е изд., стереотип. — Караваево : Костромская ГСХА, 2015. — 50 с.

Гл. редактор Н.В. Киселева
Редактор выпуска Т.В. Тарбеева

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" 156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Караваево, уч. городок, д. 34, КГСХА

Компьютерный набор. Подписано в печать 15/05/2015.
Заказ №258. Формат 84х60/16. Тираж 100 экз. Усл.
печ. л. 3,36. Бумага офсетная. Отпечатано 07/07/2015.
Цена 23,00 руб.

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в академической типографии на цифровом дубликаторе.
Качество соответствует предоставленным оригиналам.
вид издания: стереотипное (редакция от 27.04.2015 № 217)

Цена 23,00 руб.



2015 * 258