

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автоматизации производственных процессов

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к выполнению лабораторной работы
по дисциплине "Технические средства автоматизации"
для студентов специальности 220301 – "Автоматизация
технологических процессов и производств
(в машиностроении)"**

Курган 2007

Кафедра автоматизации производственных процессов

Дисциплина: "Технические средства автоматизации"

Составил: канд. техн. наук, доцент Н.Б.Сбродов

Утверждены на заседании кафедры АПП « 06 » ноября 2007 г.

Рекомендованы методическим советом университета

« » _____ 2007 г.

ВВЕДЕНИЕ

Цель лабораторной работы - изучение конструкции электромагнитного реле и экспериментальное определение его характеристик.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Под реле понимают такой электрический аппарат, в котором при плавном изменении управляющего (входного) параметра до определенной, наперед заданной величины происходит скачкообразное изменение управляемого (выходного) параметра.

Функции, выполняемые реле, и конструкции реле чрезвычайно разнообразны. Наибольшее распространение в системах электроавтоматики получили электромагнитные (электромеханические) реле.

Электромагнитные реле - слаботочные электрические аппараты, предназначенные для выполнения измерительных, логических или исполнительных функций в системах управления. Электромагнитные реле содержат два основных элемента: электромагнит и электрические контакты. Входной величиной реле является ток $I_{вх}$ в катушке электромагнита, который часто называют током управления, выходной - ток в коммутируемой цепи $I_{к}$. На рисунке 1 показана характеристика, связывающая входную и выходную величины.

Пусть ток управления монотонно возрастает, изменяясь по произвольному закону во времени. Когда его величина достигнет значения тока срабатывания $I_{ср}$, выходной ток скачкообразно возрастает до своего конечного значения $I_{к}$ и остается неизменным при дальнейшем увеличении тока управления.

Монотонное уменьшение входного тока до значения тока отпускания $I_{отп}$ вызовет скачкообразное уменьшение выходного тока. Ток отпускания всегда меньше тока срабатывания. Отношение этих токов определяет коэффициент возврата

$$K_B = \frac{I_{отп}}{I_{ср}} \quad (1)$$

По величине разрываемой мощности реле можно разделить на три группы.

- 1 Сильноточные реле повышенной мощности - разрываемая мощность превышает 500 Вт. По своим характеристикам они приближаются к контакторам и отличаются от последних меньшими размерами и отсутствием дугогасительной системы.
- 2 Реле нормальной мощности, так называемые промежуточные реле, способные коммутировать мощность постоянного тока до 150 Вт и переменного тока до 500 ВА.

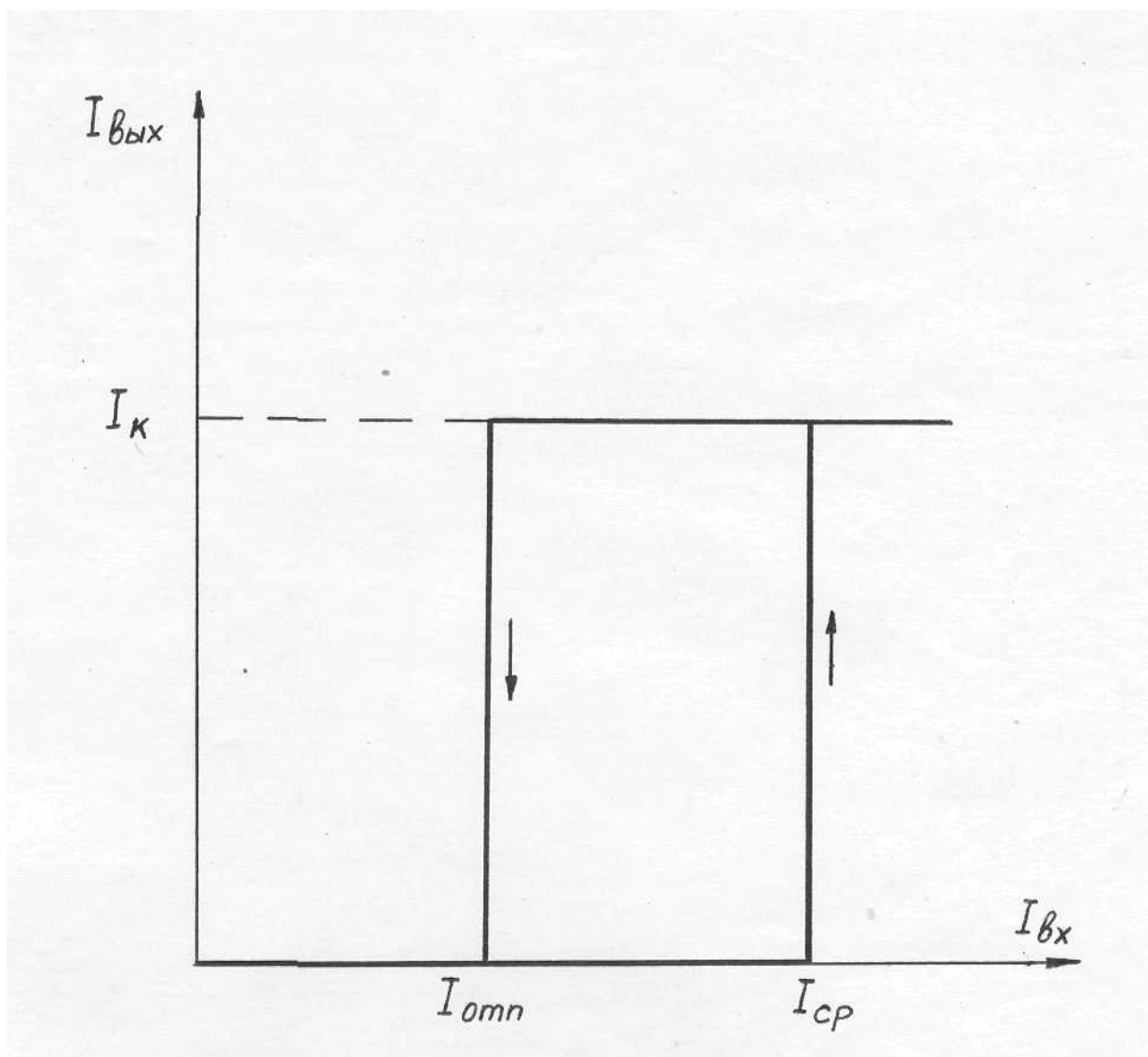


Рисунок 1 - Характеристики электромагнитного реле

- 3 Слаботочные реле систем электроавтоматики - разрываемая мощность в цепях постоянного тока до 50 Вт и в цепях переменного тока до 120 ВА.

Различают неполяризованные (нейтральные) и поляризованные реле. Поляризованные реле отличаются от нейтральных способностью реагировать на полярность управляющего сигнала.

2 УСТРОЙСТВО И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ

В данной работе исследуется электромагнитное реле типа МКУ-48, конструктивная схема которого приведена на рисунке 2. В состав реле входят: магнитопровод 1, якорь 2, обмотка (катушка) 3, нормально замкнутые контакты 4 и 5, нормально разомкнутые контакты 6 и 7, кронштейн 8, возвратная пружина 9, сердечник электромагнита 10 и контактные пружины 11.

Механическая характеристика реле $F_M = f(\delta)$ определяется зависимостью величины усилия F_M , создаваемого возвратной пружиной 9 (рисунок 2) и контактными пружинами 11 от величины рабочего воздушного зазора δ между якорем 2 и сердечником реле 10.

Тяговая характеристика реле определяется зависимостью величины электромагнитной силы $F_э$, притягивающей якорь к сердечнику электромагнита, от величины рабочего воздушного зазора δ между якорем и сердечником, т.е. $F_э = \varphi(\delta)$.

3 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Исследование основных характеристик электромагнитного реле выполняется на лабораторном стенде. Стенд содержит цепь питания обмотки реле, цепи электрического контроля положения якоря, электрические и механические измерительные приборы. Конструктивная схема стенда приведена на рисунке 2.

Для определения величины токов срабатывания и отпускания реле в стенде предусмотрен миллиамперметр mA . Для контроля величины напряжения на обмотке реле - вольтметр V . Для измерения механических параметров реле: величины рабочего воздушного зазора между якорем 2 (рисунок 2) и сердечником 10, величины противодействующего усилия возвратной пружины 9 и пружин контактов 11, а также величины тягового усилия электромагнита реле применяются соответственно: микрометр M , граммаметр G и динамометр D .

Положение якоря по отношению к сердечнику электромагнита реле определяется и фиксируется при помощи контрольных сигнальных лампочек

L_1 , L_2 , L_3 и L_4 . Включение контрольных сигнальных лампочек L_1 и L_4 , фиксирующих предельные (крайние) положения якоря и их выключение производится посредством вспомогательного контактного приспособления, состоящего из двух неподвижных контактов K_1 и K_4 и подвижной удлинительной планки якоря реле Π . Замыкание и размыкание рабочих контактов реле K_2 и K_3 (на рисунке 2 они соответственно обозначены 4, 5 и 6, 7) фиксируется соответственно лампочками L_2 и L_3 . Касание плунжера микрометра M к удлинительной планке Π фиксируется загоранием контрольной лампочки L_5 .

Включение стенда производится выключателем B_1 , а питание обмотки реле - через выключатель B_2 .

При экспериментальных исследованиях характеристик реле в стенде приняты четыре фиксированных положения якоря относительно сердечника:

- 1 - для случая, когда $\delta_1 = \delta_{\max}$;
- 2 - для δ_2 , при котором происходит размыкание нормально замкнутых контактов реле K_2 ;
- 3 - для δ_3 , при котором происходит замыкание нормально разомкнутых контактов реле K_3 ;
- 4 - для $\delta_4 = \delta_{\min}$.

Определение величины воздушного зазора δ производится путем измерения микрометром величины хода конца удлинительной планки Π якоря, пересчитанного для средней части зазора между якорем и сердечником. Величина хода конца удлинительной планки Π равна

$$m_i - m_{\min},$$

где m_i - показание микрометра для текущего положения якоря и удлинительной планки;

m_{\min} - показание микрометра при $\delta_{\min} = \delta_4 = 1$ мм.

Таким образом

$$\delta_i = (m_i - m_{\min}) \frac{a}{b} + 1, \quad (2)$$

где $a = 27$ мм - расстояние от оси вращения якоря до оси сердечника;
 $b = 93$ мм - расстояние от оси вращения якоря до точки соприкосновения конца плунжера микрометра с удлинительной планкой якоря.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Перед выполнением работы установить:

- движок потенциометра R_n в нижнее положение, соответствующее

- нулевому значению напряжения на обмотке реле;
- стрелки граммаметра Γ и динамометра Δ установить на "0";
- винт микрометра M вывести вправо.

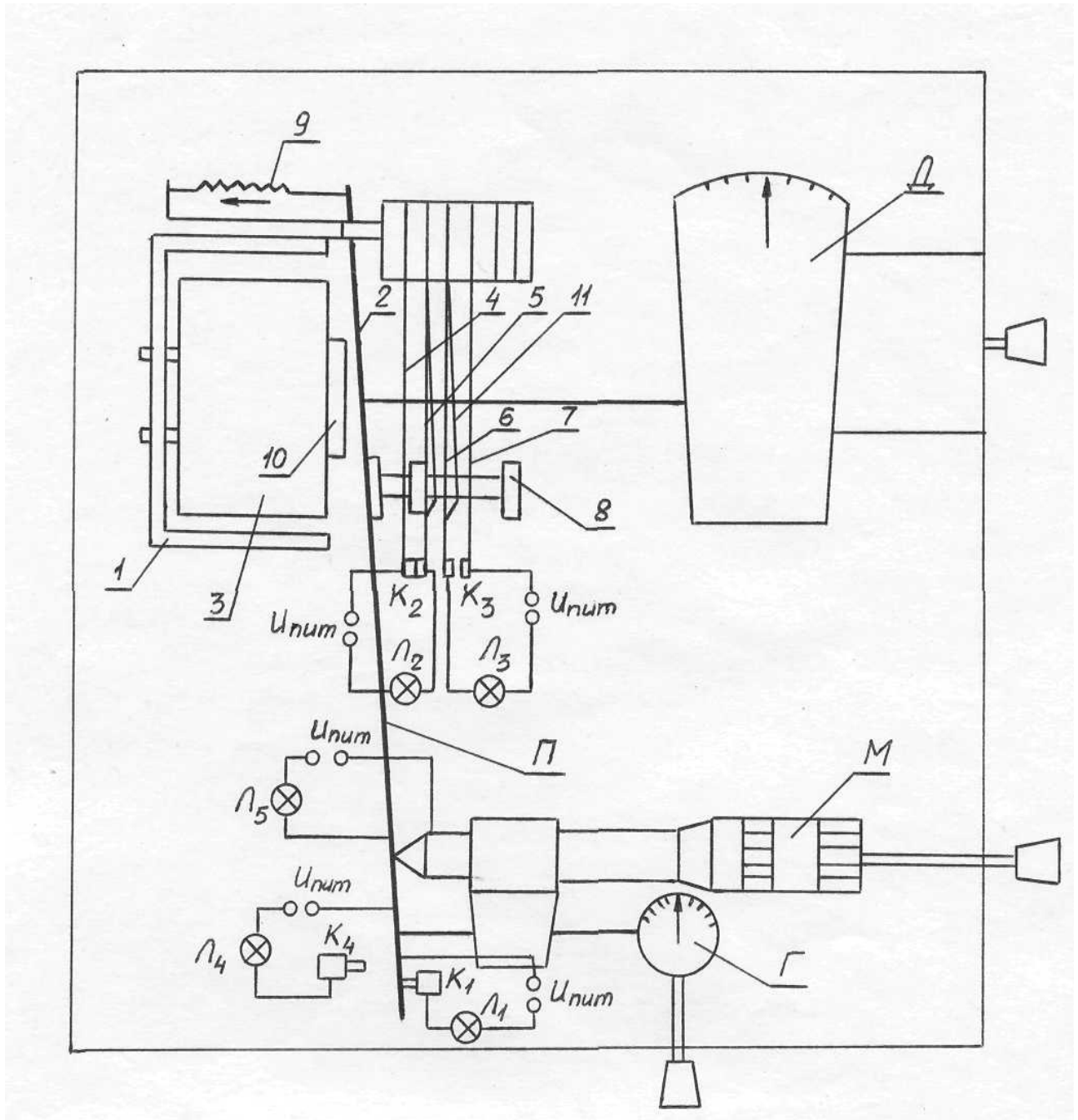


Рисунок 2 - Конструктивная схема лабораторного стенда

2 Определить величины токов срабатывания и отпускания реле. Включить выключатели B_1 и B_2 , при этом загораются лампочки L_1 и L_2 . Путем медленного перемещения рукоятки потенциометра R_n в сторону нарастания выходного напряжения увеличивать ток в обмотке реле. По мере увеличения тока обмотки наступает момент притяжения якоря к сердечнику электромагнита, при этом происходит выключение ламп L_1 и L_2 , включение ламп L_3 и L_4 .

В этот момент по миллиамперметру mA отсчитывать величину минимального тока срабатывания $I_{ср}$. Аналогично, путем плавного уменьшения тока обмотки реле, определить наибольшее значение тока возврата I_{omn} , т.е. тока, при котором якорь реле отпадает от сердечника электромагнита. При отпуске реле лампы L_3 и L_4 гаснут, а L_1 и L_2 загораются.

По формуле (1) вычислить значение коэффициента возврата K_v .

3 Определить величину сопротивления обмотки реле R_o .

По миллиамперметру mA установить величину тока $I = 10mA$, а затем сделать отсчет показания вольтметра V . Величину сопротивления определить из отношения $R_0 = U/I$ и сравнить с номинальной величиной сопротивления обмотки реле $R_H = 1900 \text{ Ом}$.

Вычислить относительную величину отклонения значения сопротивления ΔR обмотки реле от номинальной величины R_H

$$\Delta R = \frac{R_0 - R_H}{R_H} \cdot 100\% . \quad (3)$$

4 Экспериментально исследовать механическую характеристику реле.

Включить выключатели B_1 и B_2 , а рукоятку потенциометра R_n установить в положение, соответствующее максимальному выходному напряжению. Реле срабатывает, при этом загораются лампочки L_3 и L_4 . Вращением микрометрического винта конец плунжера микрометра подвести к поверхности удлинительной планки. При касании плунжером планки загорается лампочка L_5 . Этот сигнал служит командой для отсчета исходного показания шкалы микрометра m_{\min} , которое заносится в таблицу 2.

Механическую характеристику снимают при выключении выключателя B_2 и, следовательно, при обесточенной обмотке реле. В этом случае якорь реле под действием возвратной пружины занимает положение, соответствующее максимальному воздушному зазору, удлинительная планка $П$ прикасается к неподвижному контакту K_1 и включает лампочку L_1 , а вследствие замыкания нормально замкнутых контактов реле K_2 загорается

лампочка L_2 . Все остальные лампочки (L_3 , L_4 и L_5) находятся в выключенном состоянии (рисунок 2). Порядок определения показаний микрометра m_i и граммометра Q_{Mi} , приведенный в таблице 1, следующий:

1) сила давления возвратной пружины и контактных пружин измеряется граммометром G . Ножку граммометра прикладывают к планке якоря и основание граммометра осторожно поворачивают в сторону уменьшения воздушного зазора до тех пор, пока не погаснет лампочка L_1 . Вслед за этим, путем вращения микрометрического винта, подводят плунжер микрометра M к планке $П$. В момент загорания лампочки L_5 , сигнализирующей о касании плунжером планки, делают отсчет по шкалам микрометра и граммометра соответственно величин m и Q_{M1} , которые заносят в таблицу 2;

2) поворачивая основания граммометра до момента погасания лампочки L_2 , якорь переводят во второе положение, соответствующее размыканию контактов K_2 (таблица 1), определяют аналогично пункту 1 значения m_2 и Q_{M2} , которые заносят в таблицу 2 и т.д. По полученным значениям m_i и m_{\min} , используя формулу (2), рассчитывают и заносят в таблицу 2 величины воздушных зазоров δ_i .

Усилия пружин реле равны и противоположны противодействующей силе, измеренной граммометром Q_{Mi} , для данного хода якоря. Эта величина, отнесенная к центру сердечника электромагнита, равна

$$F_{Mi} = Q_{Mi} \frac{c}{a}, \quad (4)$$

где $C = 108$ мм - расстояние от оси вращения якоря до точки приложения ножки граммометра к удлинительной планке якоря.

По формуле (4) рассчитать и занести в таблицу 2 значения F_{Mi} . По данным таблицы 2 построить график механической характеристики $F_M = f(\delta)$.

5 Экспериментально исследовать электромагнитную тяговую характеристику.

Измерение электромагнитной тяговой силы производится для тех же 4-х фиксированных положений якоря относительно сердечника и для 2-х значений тока в обмотке $I = 1,1I_{cp}$ и $I = 1,2I_{cp}$.

Посредством динамометра D якорь реле устанавливают в положение, соответствующее $\delta_1 = \delta_{\max}$, причем так, чтобы положение стрелки динамометра соответствовало бы значению 50 г. Затем включают выключатели B_1 и B_2 , а при помощи потенциометра устанавливают ток $I = 1,1I_{cp}$.

После этого регулировочным винтом динамометра уменьшают его

противодействующее усилие до тех пор, пока не погаснет лампочка L_1 . В этом случае динамометр создает такое противодействующее тяге электромагнита усилие, при котором наступает равновесие тяговой и противодействующей сил динамометра и реакции пружин. Так определяют значение силы $F_{\partial 1}$, которое заносят в таблицу 4.

Прежде чем выяснить данные, соответствующие другим положениям якоря реле, необходимо выключатель B_2 разомкнуть, динамометр установить в нулевое положение, привести посредством микрометра M якорь в положение, соответствующее моменту погасания лампочки L_2 . Затем медленным вращением микрометрического винта в обратном направлении установить якорь в положение, соответствующее моменту включения лампочки L_2 .

Таблица 1 – Порядок определения показаний микрометра и граммометра

№ положения якоря	Признак положения якоря при отсчете	Предшествующие сигналам отсчета состояния контрольных ламп		Сигналы отсчета		Показание граммометра Q_{Mi}	Показание микрометра m_i
		горят	не горят	основной	дополнительный		
1	макс	L_1, L_2	L_3, L_4 и L_5	погас. L_1	загор. L_5	Q_{M1}	m_1
2	размыкание K_2	L_2	L_1, L_3, L_4 и L_5	погас. L_2	загор. L_5	Q_{M2}	m_2
3	замыкание K_3		L_1, L_2, L_3, L_4 и L_5	загор. L_3	загор. L_5	Q_{M3}	m_3
4	мин	L_3	L_1, L_2, L_4 и L_5	загор. L_4	загор. L_5	Q_{M4}	$m_4 = m_{\min}$

Таблица 2 – Данные исследования механической характеристики

№ п/п	Определить из опыта			Рассчитать	
	m_i , мм	m_{\min} , мм	Q_{Mi} , Г	F_{Mi} , Г	δ_i , мм

После этого динамометром создается снова противодействующее усилие, равное 50 г. Выключателем B_2 обмотка реле включается под напряжение. Медленным вращением винта динамометра в обратную сторону уменьшается его противодействующая сила. При равенстве противодействующих усилий и усилий, создаваемых электромагнитом, реле срабатывает. Величина $F_{\partial 2}$, измеренная динамометром при срабатывании реле, должна быть зафиксирована в момент, предшествующий погасанию лампочки L_2 . Величина m_2 устанавливается по шкале микрометра. Определение значений $F_{\partial 3}$, $F_{\partial 4}$, m_3 и m_4 производится согласно таблице 3.

Таблица 3 - Порядок исследования тяговой характеристики

№ положения якоря	Признак положения якоря	Установка шкалы микрометра	Сигнал отсчета	Показание динамометра
1	$\delta_1 = \delta_{\max}$	m_1	Погасание L_1	$F_{\partial 1}$
2	Размыкание K_2	m_2	Погасание L_2	$F_{\partial 2}$
3	Замыкание K_3	m_3	Загорание L_3	$F_{\partial 3}$
4	$\delta_4 = \delta_{\min}$	m_4	Загорание L_4	$F_{\partial 4}$

Следует иметь в виду, что при снятии данных электродинамической характеристики для положений якоря 3 и 4 (таблица 3), сначала посредством микрометра добиваются загорания лампочек L_3 и соответственно L_4 , а затем вращением микрометрического винта в обратном направлении устанавливают якорь реле в положение, соответствующее моменту погасания этих лампочек. Затем динамометром создается противодействующее усилие 50 г. Лишь после этого включается B_2 и путем уменьшения противодействующего усилия динамометра определяют необходимые величины искомых параметров $F_{\partial 3}$, $F_{\partial 4}$, соответствующих моменту срабатывания реле.

Тяговые силы электромагнитного реле равны:

$$F_{\partial i} = F_{\partial i} + F_{mi}, \quad (5)$$

где $F_{\partial i}$ - противодействующее усилие динамометра;

F_{mi} - противодействующее усилие пружин реле для данного хода якоря, определенное при снятии механической характеристики.

Повторить измерение тяговых сил при значении тока в обмотке $I = 1,2I_{cp}$.

На основании полученных данных заполняется таблица 4.

Таблица 4 - Данные исследования электромагнитной тяговой характеристики

№ п/п	Определить из опыта			Рассчитать	
	$F_{\partial i}$	m_i	m_{\min}	$F_{\partial i} = F_{\partial i} + F_{mi}$	δ_i

Примечание. Значение F_{mi} , m_i , m_{\min} и δ_i взять из таблицы 2.

Согласно данным таблицы 4 строятся графики электромагнитных тяговых характеристик $F_{\partial} = \varphi(\delta)$.

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1 Экспериментально полученные величины токов срабатывания и отпускания реле, сопротивления обмотки и относительного отклонения сопротивления обмотки от номинального значения.
- 2 Таблицы 2 и 4 с экспериментальными данными.
- 3 Экспериментальные кривые механической и электромагнитных тяговых характеристик реле.
- 4 Выводы о проделанной работе.

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. От каких факторов зависит величина тока срабатывания реле?
2. Почему $K_g < 1$?
3. Каково устройство электромагнитного реле?
4. Как можно изменить время срабатывания реле?
5. Каково назначение отдельных элементов реле?
6. Объясните характер кривых тяговых характеристик реле.

Сбродов Николай Борисович

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы
по дисциплине "Технические средства автоматизации"
для студентов специальности 220301 – "Автоматизация
технологических процессов и производств
(в машиностроении)"

Редактор – Н.М.Кокина

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. №
Печать трафаретная	Усл.печ.л. 1,0	Уч.-изд.л. 1,0
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.

640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.

Курганский государственный университет.