

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

Часть 4
Автоматизация в строительстве

Новополоцк 2006

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

СНЯТИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

Цель работы:

1. Изучить устройство потенциометрического датчика и схему его включения.
2. Построить статическую характеристику потенциометра, полученную экспериментальным и расчетным путем. Определить статическую чувствительность.

Требования по технике безопасности

1. Приступать к выполнению лабораторной работы следует после изучения содержания данной работы, порядка ее выполнения и мероприятий по технике безопасности.
2. Включать в сеть электрооборудование при полностью собранной схеме, с разрешения преподавателя, предварительно убедившись в исправности присоединительных электрических шнуров, розеток, вилок.
3. При выполнении работы остерегаться прикосновения к токоведущим частям оборудования.
4. Сборку и разборку схемы производить только при отключенном от сети оборудовании.
5. Запрещается работать на неисправных приборах. О замеченных неисправностях сообщить преподавателю.
6. Следить за чистотой и порядком на рабочем месте. После выполнения работы обесточить оборудование.

Общие сведения

В системах автоматического регулирования потенциометрические датчики применяются в качестве воспринимающих элементов, измеряющих линейное или угловое перемещение, преобразуя их в пропорциональный электрический сигнал.

Потенциометры, включенные по схеме делителя напряжения, применяются также для регулирования электрического напряжения в задающих устройствах.

Различают потенциометры линейного и углового перемещения (рис. 1.1).

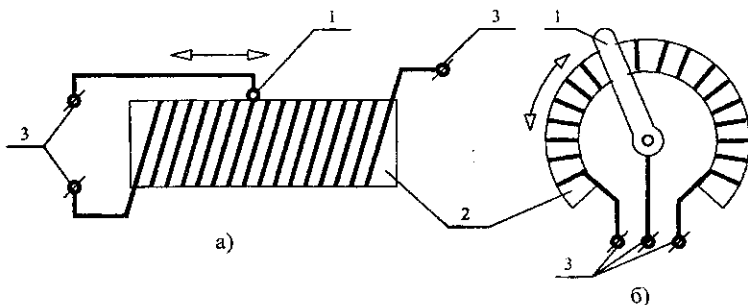


Рис. 1.1. Потенциометры линейного перемещения (а) и углового перемещения (б):
1 – токосъемный движок; 2 – каркас из изоляционного материала с намотанным проводом; 3 – присоединительные клеммы

Устройство потенциометра

На каркас из изоляционного материала намотан провод (с высоким удельным сопротивлением), по зачищенной поверхности которого скользит токосъемный движок. Концы обмотки и подвижный контакт имеют выходные клеммы. В потенциометрах малой мощности вместо провода с высоким удельным сопротивлением могут использоваться покрытия из неметаллических токопроводящих материалов (графит, уголь).

Типовая схема включения потенциометра, наиболее часто применяемая в автоматических системах, представлена на рис. 1.2.

Основные соотношения ненагруженного потенциометра.

Выходное напряжение

$$U_2 = U_1 \sigma; \quad U_{2 \max} = U_1, \quad (1.1)$$

где $\sigma = x / \ell$ – относительное перемещение движка; U_1 – входное напряжение потенциометра.

Выходное напряжение потенциометра практически является линейной функцией перемещения его движка (если потенциометр имеет линейную шкалу).

Описание лабораторной установки

Установка (см. рис. 1.2) состоит из потенциометра 3 с поворотным токосъемным движком.

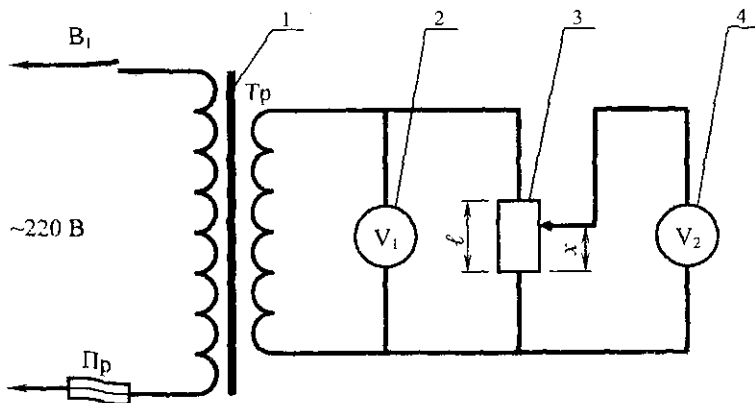


Рис. 1.2. Типовая схема включения потенциометра

Входное напряжение на потенциометр подается через понижающий трансформатор 1. Измерение входного и выходного напряжения производится при помощи вольтметров 2 и 4.

Статическая характеристика потенциометра определяется при ненагруженной схеме.

Величина перемещения движка отмечается по шкале потенциометра, разбитой на десять равных частей (цена деления 30°).

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство потенциометра, ознакомиться со схемой установки и начертить ее в рабочей тетради.
2. Собрать схему ненагруженного потенциометра (см. рис. 1.2).
3. Установить движок потенциометра в нулевое положение по шкале.
4. При помощи тумблера V_1 включить схему. При этом вольтметр V_1 покажет напряжение на входе потенциометра; напряжение на выходе V_2 должно быть равно нулю.

5. Передвигая движок потенциометра (начиная от нуля) через равные интервалы (одно деление шкалы), записать напряжение на выходе потенциометра по вольтметру V_2 для каждого положения движка от 0 до 10.

6. Повторить измерения при обратном движении движка.

7. Повторить пункты 4 и 5, подключив к выходу потенциометра нагрузку (лампу накаливания).

8. Выключить установку.

9. По экспериментальным данным построить статическую характеристику потенциометра $U_2 = f(x)$ и сравнить ее с расчетной (расчетную совместить с экспериментальной).

На том же графике построить характеристику нагруженного потенциометра.

10. Определить статическую чувствительность потенциометра:

$$\varepsilon = \frac{\Delta U_2}{\Delta \alpha}, \text{ или } \varepsilon = \frac{\Delta U_2}{\alpha} \text{ (В/град),}$$

где α – угол полного перемещения по дуге движка потенциометра, $\alpha = 300^\circ$.

11. Экспериментальные данные статической характеристики потенциометрического датчика представить в виде таблицы.

**Статическая характеристика потенциометрического датчика
(экспериментальные данные)**

Деление	Напряжение на выходе потенциометра, В			
	При ненагруженном потенциометре		При нагруженном потенциометре	
	При прямом движении движка	При обратном движении движка	При прямом движении движка	При обратном движении движка
1	2	3	4	5

Контрольные вопросы

1. В чем может быть причина несовпадения статической характеристики потенциометра, полученной теоретическим путем и опытным?
2. Почему характеристика нагруженного потенциометра отличается от характеристики ненагруженного потенциометра?
3. Привести примеры практического применения потенциометра.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ И СНЯТИЕ ЕГО СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цель работы:

1. Изучить устройство электромагнитного реле, ознакомиться с его назначением и схемой включения.
2. Построить статическую характеристику электромагнитного реле.

Требования по технике безопасности

1. Перед включением оборудования в сеть убедиться в его исправности визуальным осмотром. О замеченных неисправностях (повреждение токоведущих частей оборудования, нарушение изоляции проводов и т.п.) сообщить преподавателю.
2. Работа на неисправном оборудовании запрещена.
3. Коммутацию электрических цепей производить только при отключении от сети оборудования.
4. Перед включением оборудования в сеть предупредить окружающих.

Общие сведения

Реле – элемент автоматического устройства, который при воздействии на него внешних физических факторов скачкообразно изменяет свое состояние и принимает конечное число значений выходной величины. В автоматике применяются разнообразные типы реле. Наиболее распространены электромагнитные.

Электромагнитные реле являются наиболее распространенными элементами радиоэлектронной аппаратуры. В связи с развитием средств автоматизации технических процессов, средств управления сложными комплексами, а также с возрастанием доли вычислительной техники расширяются области применения электромагнитных реле. Основные их *достоинства* – относительная простота конструкции, универсальность, простота схемного использования.

Основными параметрами электромагнитных реле являются:

1. Чувствительность P_{cp} – минимальная мощность, поданная в обмотку реле и достаточная для приведения в движение якоря и переключения контактов.

2. Напряжение (ток) срабатывания $U_{cp}(I_{cp})$ – минимальное значение напряжения (тока), при котором реле срабатывает.

3. Напряжение (ток) отпущения $U_{отп}(I_{отп})$ – максимальное напряжение (тока), при котором реле отпущает.

4. Рабочее напряжение (ток) $U_{раб}(I_{раб})$ – номинальное напряжение (тока) с двухсторонними допусками, при котором реле надежно работает.

5. Коэффициент возврата реле K_v – отношение напряжения (тока) отпущения к напряжению (току) срабатывания: $K_v = \frac{I_{отп}}{I_{cp}}$.

6. Коэффициент управления (усиления) K_y – отношение предельной мощности, пропускаемой через контакты реле, к минимальной мощности, требуемой для надежной работы его пускового элемента (для надежного срабатывания).

7. Коэффициент запаса K_z – отношение рабочего напряжения (тока) к напряжению (току) срабатывания: $K_z = \frac{I_p}{I_{cp}}$.

8. Статические характеристики электромагнитных реле описывают соотношения, существующие между входной и выходной величиной, когда система находится в установившемся режиме.

Описание лабораторной установки

Установка для снятия статической характеристики электромагнитного реле (рис. 2.1) состоит из понижающего трансформатора 1, выпрямительного моста 2, сглаживающего фильтра 3, потенциометра (делителя напряжения) 4, электромагнитного реле 5, измерительных приборов (амперметры, вольтметры), нагрузки 6.

Амперметр A_1 и вольтметр V_1 служат для измерения тока и напряжения в цепи катушки электромагнитного реле.

Амперметр A_2 и вольтметр V_2 служат для измерения тока и напряжения в цепи нагрузки.

Изменение тока, проходящего через катушку электромагнитного реле, осуществляется при помощи потенциометра 4.

Исследуемое реле 5 – типа РКМ-1. Открытое реле РКМ-1, питаемое постоянным током, предназначено для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50 Гц.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ТЕРМОМЕТРА СОПРОТИВЛЕНИЯ И СНЯТИЕ ЕГО СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цель работы:

1. Ознакомиться с устройством термометров сопротивления, областью их применения.
2. Провести проверку термометра сопротивления.
3. Построить статическую характеристику термометра сопротивления.

Требования к технике безопасности

1. Приступить к выполнению лабораторной работы после изучения содержания данной работы, порядка ее выполнения и мероприятий по технике безопасности.
2. Включить (с разрешения преподавателя) в сеть электрооборудование при полностью собранной схеме, предварительно убедившись в исправности присоединительных электрических шнуров, розеток, вилок.
3. Подогрев термостата осуществляется спиральным нагревательным элементом. *Остерегаться термических ожогов!* Включать подогрев термостата при закрытой крышке.
4. Не допускать механических воздействий на ртутный термометр во избежание его разгерметизации и утечки ртути.
5. Сборку и разборку схемы производить только при отключенном от сети оборудовании.

Общие сведения

Принцип действия термометров сопротивления (ТС) основан на способности различных материалов изменять свое электрическое сопротивление с изменением температуры.

Термометры сопротивления находят широкое применение в промышленности, научных исследованиях для измерения температур от минус 260 до плюс 1100 °С.

Существуют эталонные, образцовые и технические термометры сопротивления.

В системах инженерного оборудования зданий ТС широко используются в качестве датчиков при измерении температуры жидких и газообразных сред, для автоматического регулирования температуры.

Чувствительный элемент термометра сопротивления (рис. 3.1) представляет собой тонкую проволоку или ленту 1, намотанную на каркас 2 из стекла, кварца, керамики или слюды.

Проволока изготовлена из платины, меди или никеля. Для защиты от механических повреждений чувствительный элемент помещен в защитную оболочку 3.

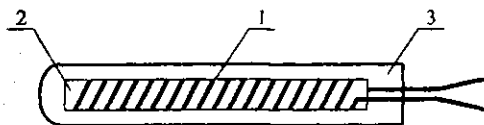


Рис. 3.1. Чувствительный элемент термометра сопротивления

Зависимость между электрическим сопротивлением металлов и их температурой выражается следующей формулой:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \quad (3.1)$$

где R_t – сопротивление проводника при температуре t , Ом; R_0 – сопротивление того же проводника при $t = 0$ °С, Ом; α – температурный коэффициент электрического сопротивления (для меди $\alpha \approx 3,94 \cdot 10^{-3}$).

Чувствительность термометров сопротивления определяется температурным коэффициентом сопротивления материала, т.е. относительным изменением сопротивления теплочувствительного элемента термометра при нагревании его на 1 °С.

Сопротивление ТС может быть измерено при помощи потенциометра, электрического моста, логометра.

Проверка или градуировка ТС сводится к определению сопротивления его чувствительного элемента при различных температурах в диапазоне измерений.

При проведении проверки экспериментальные значения сопротивления сравниваются со специальными градуировочными таблицами.

Отклонение не должно превышать $\pm 0,1$ %.

Описание лабораторной установки

Схема измерения сопротивления компенсационным методом представлена на рис. 3.2.

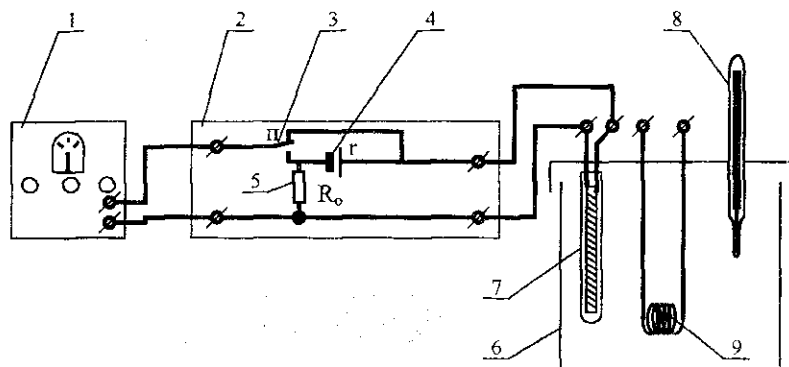


Рис. 3.2. Схема измерения сопротивления компенсационным методом:
1 – потенциометр ПИ-63; 2 – коммутационный блок; 3 – переключатель;
4 – гальванический элемент; 5 – образцовое сопротивление;
6 – термостат; 7 – термометр сопротивления;
8 – образцовый термометр; 9 – нагревательный элемент

В цепь гальванического элемента последовательно включены образцовое сопротивление и термометр сопротивления, через которые протекает постоянный ток.

Потенциометр служит для измерения падения напряжения на образцовом сопротивлении R_0 и на ТС в зависимости от положения переключателя Π .

Термостат необходим для поддержания стабилизированной температуры среды, контролируемой образцовым термометром.

Нагревательный элемент обеспечивает необходимую температуру в термостате, подключается к внешнему источнику тока.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство термометра сопротивления (см. рис. 3.1) и установки (см. рис. 3.2).
2. Собрать схему установки для измерения сопротивления ТС компенсационным методом.
3. Не включая нагревательного элемента термостата, произвести измерения падения напряжения при помощи потенциометра на образцовом сопротивлении и на ТС, подключая их поочередно при помощи переключателя Π к потенциометру. Одновременно снять показания образцового ртутного термометра, с точностью $0,1\text{ }^\circ\text{C}$. Данные занести в табл. 3.1.
4. Включить питание нагревательного элемента термостата, довести температуру в термостате примерно до $30\text{ }^\circ\text{C}$, контролируя ее по ртутному термометру. Питание выключить.
5. Не ранее чем через пять минут произвести измерения согласно пункту 3.
6. Повторить действия, указанные в пунктах 4 и 5, при температурах в термостате 40 и $50\text{ }^\circ\text{C}$.
7. Отключить установку от сети и разобрать схему.
8. Определить сопротивление ТС в каждом случае по формуле:

$$R_t = \frac{U_t}{U_o} \cdot R_o \text{ Ом}, \quad (3.2)$$

где U_t – падение напряжения на ТС, мВ; U_o – падение напряжения на образцовом сопротивлении, мВ; R_o – величина образцового сопротивления ($R_o = 100\text{ Ом}$).

9. Определить температурный коэффициент электрического сопротивления ТС по формуле:

$$\alpha = \frac{R_{t_2} - R_{t_1}}{R_{t_0} \cdot (t_2 - t_1)}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (3.3)$$

где R_{t_2} , R_{t_1} – соответственно сопротивление при температуре t_2 , t_1 , Ом; R_{t_0} – сопротивление ТС при $t = 0\text{ }^\circ\text{C}$, Ом; $R_{t_0} = 100\text{ Ом}$ (для исследуемого ТС).

10. Рассчитать градуировку ТС в диапазоне от 0 до 100 °С с интервалом 10 °С и сравнить ее со стандартной градуировочной таблицей (табл. 3.2).

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t). \quad (3.4)$$

11. Определить погрешность исследуемого ТС при $t = 50$ °С в %.

12. Сделать заключение о пригодности ТС к эксплуатации.

Таблица 3.1

Номер измерения	Установившаяся температура в термостате, °С	Падение напряжения на образцовом сопротивлении, мВ	Падение напряжения на ТС, мВ	Сопротивление ТС, мОм	Расчетная температура ТС, °С
1					
2					
3					
4					

Таблица 3.2

Температура ТС, °С	Сопротивление ТС, Ом		Температура ТС, °С	Сопротивление ТС, Ом	
	стандартное	опытное		стандартное	опытное
0	100		60	125,684	
10	104,281		70	129,963	
20	108,563		80	134,242	
30	112,844		90	138,522	
40	117,124		100	142,800	
50	121,404				

Контрольные вопросы

1. Область применения ТС.
2. Чувствительные элементы ТС.
3. Методы измерения электрического сопротивления ТС.
4. В чем заключается разница между температурным коэффициентом электрического сопротивления и чувствительностью ТС.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ИЗУЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП РАБОТЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРЫ

Цель работы:

1. Изучить устройство и принцип работы системы автоматического регулирования (САР) температуры.
2. Построить график переходного процесса САР температуры.
3. Определить основные качественные показатели САР температуры.

Требования по технике безопасности

Лабораторная работа выполняется с использованием электрической энергии напряжением 220 В и электронагревательных приборов!

Для предотвращения поражения электрическим током и получения термических ожогов следует выполнять следующие требования:

1. Приступать к выполнению лабораторной работы после изучения содержания данной работы, порядка ее выполнения и мероприятий по технике безопасности.
2. Включать в сеть электрооборудование при полностью собранной схеме, предварительно убедившись в исправности присоединительных электрических шнуров, розеток, вилок.
3. Оборудование должно быть надежно закреплено, иметь свободный доступ для обслуживания.
4. Установку заданной температуры при помощи регулятора производить при обесточенном оборудовании.
5. При выполнении работы остерегаться прикосновений к металлическим частям оборудования и нагретым поверхностям.
6. Запрещается работать на неисправном оборудовании. О замеченных неисправностях сообщить преподавателю.
7. Следить за чистотой и порядком на рабочем месте. После выполнения работы обесточить оборудование.

Общие сведения

Система автоматического регулирования – это совокупность управляемого объекта и автоматического регулятора, взаимодействующих между собой.

Устройство, в котором осуществляется управление (регулирование) рабочим процессом, называется *управляемым объектом* (объектом регулирования). Величину, подлежащую регулированию, называют *регулируемой*.

Комплекс устройств, осуществляющих воздействие на управляемый объект в соответствии с заданным алгоритмом (законом) управления, называется *автоматическим регулятором*.

Автоматический регулятор включает измерительное устройство (чувствительный элемент), усилительно-преобразовательное устройство, исполнительный орган. Чувствительный элемент реагирует на отклонение регулируемой величины от установленного значения и преобразовывает это отклонение в вид, удобный для дальнейшего использования в системе. Поэтому часто чувствительные элементы называют *преобразователями* или *датчиками*.

Усилители применяют в тех случаях, когда сигнал, полученный от датчика, не достаточен по мощности для управления исполнительным органом.

Регулятор без усилителя – *регулятор прямого действия*.

Регулятор с усилителем – *регулятор непрямого действия*.

Исполнительные устройства служат для оказания соответствующего воздействия на управляемый объект.

Схема системы автоматического регулирования с замкнутой цепью воздействий приведена на рис. 4.1.

Первым и важнейшим условием нормальной работы системы автоматического регулирования является требование устойчивости.

Устойчивостью САР называется свойство, при котором начальное отклонение регулируемой величины от заданного значения с течением времени затухает и колебания стабилизируются.

Качество регулирования характеризуется следующими показателями:

- временем разгона;
- временем переходного процесса;
- величиной перерегулирования;
- статической ошибкой.

Требования к качеству процесса регулирования определяются характером протекания технологического процесса, особенностями объекта, а также технико-экономическими соображениями.

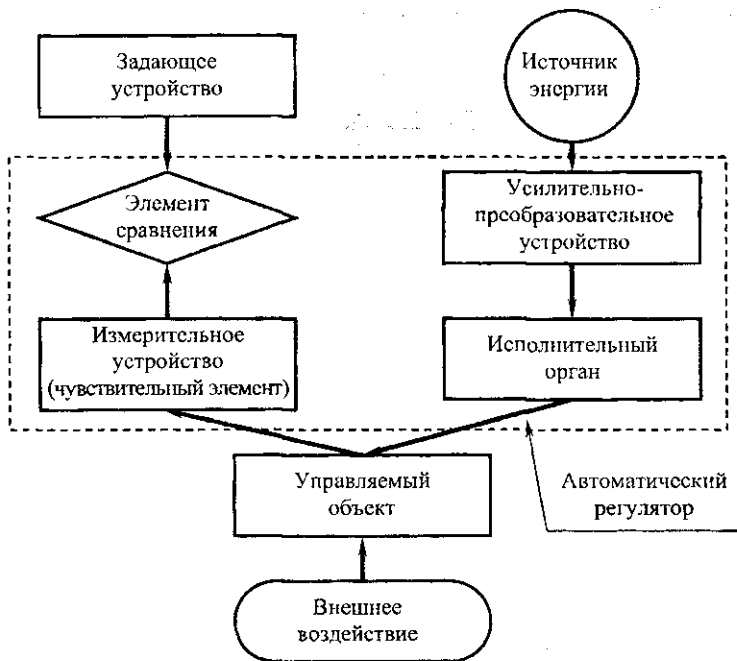


Рис. 4.1. Схема САР с замкнутой цепью воздействий

Описание лабораторной установки

Установка для изучения процесса автоматического регулирования представляет собой цилиндрическую емкость, оборудованную электронагревателем, автоматическим регулятором температуры (рис. 4.2) и контрольным термометром.

Система предназначена для автоматического регулирования заданной температуры среды в емкости. Работа системы происходит следующим образом: нагреватель (лампа накаливания), включенный в электриче-

скую сеть 220 В через замыкающий контакт электромагнитного реле, создает температуру в емкости. Изменение температуры в емкости контролируется термометром. При достижении в емкости заданной температуры датчик 6, управляемый чувствительным элементом 5 (см. рис. 4.2), обесточивает катушку электромагнитного реле.

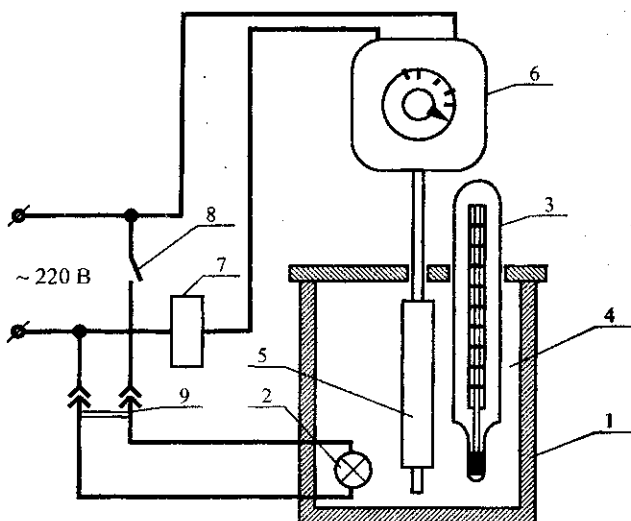


Рис. 4.2. Лабораторная установка автоматического регулирования температуры: 1 – цилиндрическая емкость; 2 – нагревательный элемент (лампа накаливания); 3 – контрольный термометр; 4 – регулируемая среда (воздух); 5 – чувствительный элемент датчика; 6 – датчик температуры манометрический с задающим устройством (рис. 4. 3); 7 – электромагнитное реле (исполнительный орган); 8 – замыкающая группа контактов электромагнитного реле; 9 – штепсельный разъем

Замыкающие контакты электромагнитного реле разрывают цепь нагревательного элемента. При понижении температуры в емкости датчик снова замыкает цепь электромагнитного реле, реле срабатывает и через замыкающие контакты подает напряжение на нагревательный элемент.

Цикл снова повторяется, что обеспечивает поддержание температуры среды в емкости заданной величины.

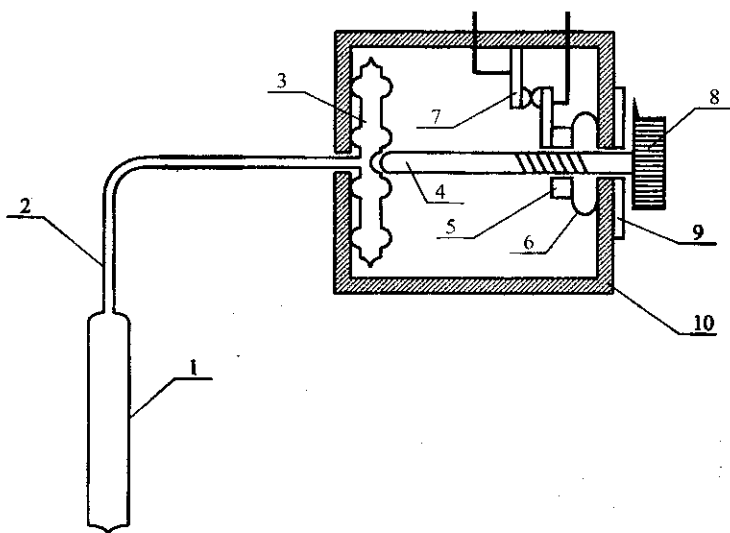


Рис. 4.3. Датчик температуры манометрический с задающим устройством:

- 1 - баллон с жидкостью (чувствительный элемент); 2 - капилляр;
- 3 - мембранная коробка; 4 - регулирующий (задающий) винт;
- 5 - гайка; 6 - пружина; 7 - контакты датчика;
- 8 - ручка установки температуры; 9 - шкала; 10 - корпус

Порядок выполнения работы

1. При помощи задающего устройства датчика установить температуру регулирования по шкале по заданию преподавателя.
2. При помощи штепсельной вилки включить установку в сеть, одновременно включив секундомер.
3. Через равные промежутки времени (0,5 мин) произвести запись показаний контрольного термометра до окончания переходного процесса (пример оформления – табл. 4.1).
4. Отключить установку от сети.

5. По полученным данным построить в масштабе переходную характеристику (график переходного процесса); пример построения – рис. 4.4.
6. Определить по переходной характеристике основные качественные показатели САР и занести их в таблицу (пример оформления – табл. 4.2).
7. Составить структурную схему автоматического регулирования.

Таблица 4.1

№ п/п	Время, мин	Значение регулируемой температуры, °С	Нагреватель: включен (+); выключен (-)
1	0	18	--
2	0,5	23	+
...

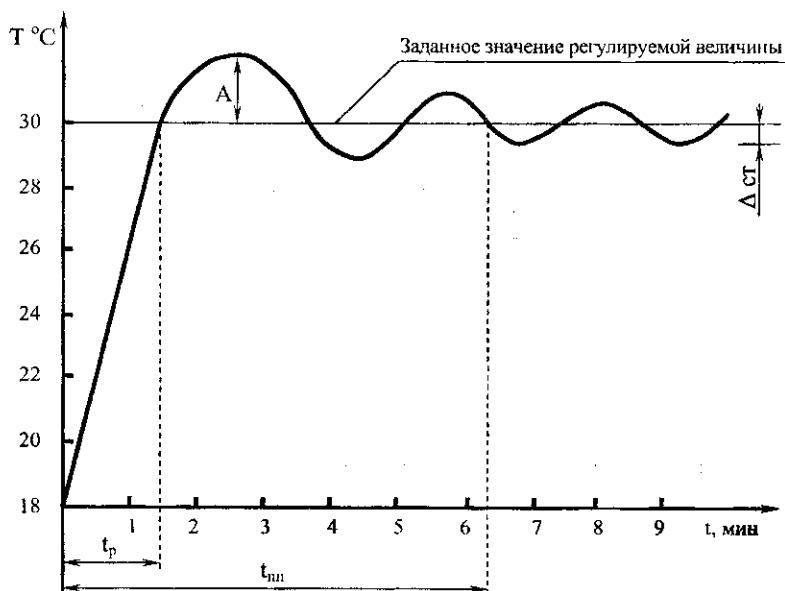


Рис. 4.4. Пример построения переходной характеристики САР

Таблица 4.2

Заданное значение регулируемой температуры, °С	Время разгона, мин t_p	Величина перерегулирования A , %	Время переходного процесса $t_{пер}$, мин	Статическая ошибка, %
30	1,5	13	6,4	3,3

Контрольные вопросы

1. Где может быть использована приведенная САР температуры в строительстве, в производстве строительных материалов, при эксплуатации зданий и сооружений (привести примеры)?
2. Сопоставить схему лабораторной установки (см. рис. 4.3) и структурную схему САР (см. рис. 4.1). Показать на лабораторной установке элементы структурной схемы САР.
3. По какой причине возникает перерегулирование в САР температуры, и как его можно уменьшить?
4. От каких параметров САР зависит время разгона, время переходного процесса?
5. Какие еще датчики можно использовать в исследуемой лабораторной установке без изменения ее электрической схемы и принципа работы (либо с незначительными изменениями)?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ЦЕПЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Цель работы:

1. Ознакомиться с устройством элементов автоматической защиты цепей электрического тока от перегрузок и короткого замыкания.
2. Определить ток срабатывания и время срабатывания элементов защиты (плавного предохранителя, автоматического выключателя, теплового реле).
3. Определить зависимость времени срабатывания от величины тока перегрузки (для теплового реле).

Требования по технике безопасности

1. Приступать к выполнению лабораторной работы после изучения содержания данной работы, порядка ее выполнения и мероприятий по технике безопасности.
2. Включать в сеть электрооборудование при полностью собранной схеме, с разрешения преподавателя, предварительно убедившись в исправности присоединительных электрических шнуров, розеток, вилок.
3. Замену плавких вставок производить только при отключенном от сети оборудовании.
4. После выполнения работы оборудование обесточить.

Общие сведения

При эксплуатации электрических сетей и электроустановок длительные перегрузки проводов и кабелей, а также короткие замыкания вызывают повышение температуры токопроводящих жил свыше допустимых значений. Это приводит к преждевременному износу их изоляции, возгоранию, а также поражению людей электрическим током.

Для предохранения электрических цепей от токов перегрузки и короткого замыкания каждый участок должен снабжаться защитным аппара-

том, обеспечивающим автоматическое отключение аварийного участка от электрической сети. Для этой цели наиболее массовое применение получили плавкие предохранители, автоматические выключатели и тепловые реле.

Плавкие предохранители применяют в основном для защиты электросетей от короткого замыкания. Основным рабочим элементом предохранителя является плавкая вставка, изготовленная из легкоплавящегося цветного металла, укрепленная в корпусе предохранителя.

Номинальным током плавкой вставки называют наибольший ток, при котором заводом-изготовителем гарантируется работа плавкой вставки на длительное время.

В практике применяют плавкие вставки с малой тепловой инерцией – безынерционные и с большой тепловой инерцией – инерционные.

Принцип действия плавкого предохранителя заключается в следующем: будучи последовательно включенным в цепь защищаемого участка, при увеличении тока до величины, превышающей номинальную, плавкая вставка нагревается и расплавляется (перегорает).

Автоматические выключатели (автоматы) обеспечивают быструю и надежную защиту электрических цепей от токов перегрузки и короткого замыкания. Они могут быть также использованы для управления при нечастых включениях и отключениях.

Для выполнения защитных функций автоматы снабжаются тепловыми или электромагнитными расцепителями, либо комбинированными (тепловыми и электромагнитными). Тепловые осуществляют защиту от токов перегрузки, а электромагнитные от токов короткого замыкания.

Электромагнитный расцепитель (рис. 5.1) представляет собой электромагнит, воздействующий на отключающий пружинный механизм. Если ток в его катушке превышает определенное, заранее установленное значение, то электромагнитный расцепитель отключает линию мгновенно.

Тепловой расцепитель (рис. 5.2) основан на использовании нагрева биметаллической пластины, воздействующей на отключающий механизм. Нагрев биметаллической пластины осуществляется током перегрузки или короткого замыкания, проходящего через спираль. Этот расцепитель обладает сравнительно большой инерционностью и применяется в основном при защите от перегрузок.

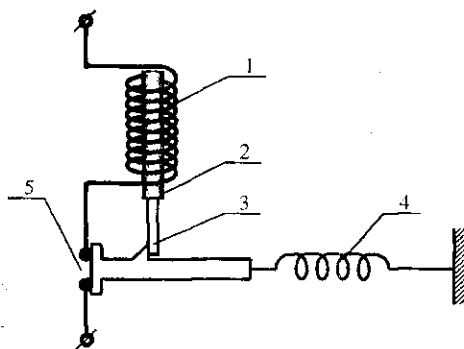


Рис. 5.1. Принципиальная схема действия электромагнитного расцепителя:

1 – токовая катушка; 2 – стальной сердечник;
3 – защелка; 4 – пружина; 5 – контактная группа

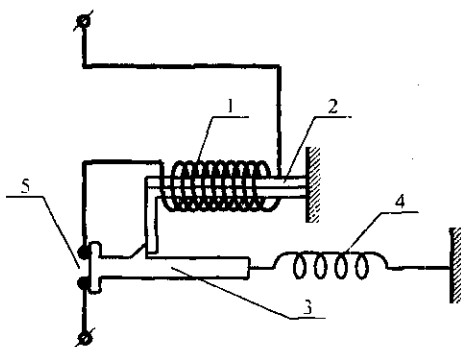


Рис. 5.2. Принципиальная схема действия теплового расцепителя:

1 – нагревательный элемент; 2 – биметаллическая пластина;
3 – защелка; 4 – пружина; 5 – контактная группа

Тепловое реле предназначено для защиты от перегрузок электрических цепей. Принцип работы теплового реле аналогичен принципу работы теплового расцепителя. Применяется самостоятельно либо совместно с магнитными пускателями. Во втором случае, при срабатывании теплового реле разрывает цепь питания катушки магнитного пускателя, а последний в свою очередь отключает аварийный участок цепи.

Описание лабораторной установки

Схема установки для определения характеристик элементов автоматической защиты электрических цепей от токов перегрузки и короткого замыкания представлена на рис. 5.3.

Установка состоит из понижающего трансформатора T_p , соединенных последовательно элементов защиты: плавкого предохранителя Pr ; автоматического выключателя $ВА$; теплового реле PT ; регулируемой нагрузки R_l ; амперметра A . Параллельно нагрузке подключен электросекундомер. Параллельно элементам защиты подключены сигнальные лампы ($L_1 - L_3$), сигнализирующие о срабатывании соответствующего элемента защиты, и выключатели $B_{K1} - B_{K3}$, исключающие из работы соответствующие элементы защиты.

Порядок выполнения работы

1. Определение тока срабатывания элементов защиты.

1.1. Изучить схему, убедиться в исправности установки внешним осмотром.

1.2. Установить все выключатели установки в положение «ОТКЛ», движок реостата в нижнее (по схеме) положение.

1.3. Подключить установку к сети при помощи шнура со штепсельной вилкой.

1.4. Включить выключатель B_1 .

1.5. Плавно перемещая движок реостата (по схеме вверх) следить за показанием амперметра.

1.6. При срабатывании одного из элементов защиты (загорится сигнальная лампа, ток в цепи исчезнет) перемещение движка прекратить.

1.7. Включить соответствующий выключатель ($B_{K1} - B_{K3}$), заблокировав сработавший элемент, и записать показание амперметра, при котором сработал данный элемент.

1.8. Повторить пункты 1.5, 1.6, 1.7, записав токи срабатывания двух других элементов.

1.9. Обесточить установку выключателем B_1 и отключить от сети при помощи штепсельной вилки. Движок реостата перевести в нижнее положение. Заменить плавкую вставку Pr , привести в рабочее положение автоматический выключатель и тепловое реле.

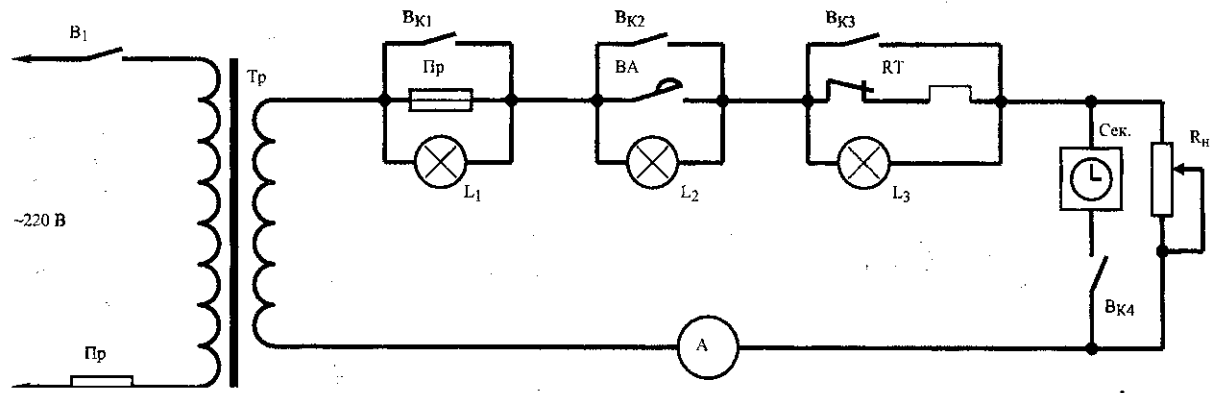


Рис. 5.3. Схема установки

2. Определение времени срабатывания элементов защиты.

2.1. Установить выключатели в следующее положение:

B_1 – «ОТКЛ»; $B_{K1} - B_{K3}$ – «ВКЛ»; B_{K4} – «ОТКЛ»; движок реостата – в нижнее положение.

2.2. Подключить установку к сети, включить B_1 .

2.3. При помощи реостата установить ток в цепи, превышающий на 10 % ток срабатывания плавкого предохранителя.

2.4. Отключить установку (B_1 – «ОТКЛ»).

2.5. Разблокировать плавкий предохранитель (B_1 – «ОТКЛ»), подключить к цепи секундомер (B_4 – «ВКЛ»).

2.6. Включить установку (B_1 – «ВКЛ»). Убедиться в срабатывании плавкого предохранителя (загорелась сигнальная лампа). Отключить установку, записать показания секундомера.

2.7. Повторить пункты 2.1 – 2.6 для автоматического выключателя и теплового реле.

2.8. Обесточить установку, элементы привести в рабочее состояние.

3. Определение времени срабатывания элементов защиты (тепловое реле) от величины перегрузок.

3.1. Повторить пункты 2.1 – 2.6, 2.8 для теплового реле с перегрузкой 20 и 30 %.

4. Определение эффективности работы элементов защиты.

4.1. Заблокировать все элементы защиты, секундомер отключить.

4.2. Включить установку. Установить ток в цепи, превышающий на 10 % максимальный ток срабатывания элементов защиты (см. результаты п. 1). Выключить установку.

4.3. Разблокировать все элементы защиты, включить установку.

4.4. После срабатывания защиты установку обесточить и отключить от сети. Предварительно зафиксировать, какой элемент сработал.

4.5. Результаты исследований отразить в табличной форме.

Характеристики элементов автоматической защиты цепей электрического тока

Наименование элемента защиты	Ток срабатывания $I_{ср}$, А	Время срабатывания при перегрузке 10 %, t, с	Примечание
Плавкий предохранитель			
Автоматический выключатель			
Тепловое реле			

Контрольные вопросы

1. Рассмотреть устройство и принцип работы исследуемых элементов.
2. Назначение и область применения исследуемых элементов автоматической защиты.
3. Почему при плавном нагружении цепи (п. 1) и при резком нагружении (п. 4) сработали разные элементы защиты?
4. В каком случае целесообразно применять быстродействующие элементы защиты, а в каком – медленнодействующие?

ЛИТЕРАТУРА

1. Белецкий Б.Ф. Строительные машины и оборудование: Справочное пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2002.
2. Автушко В.П., Бренч М.П. и др. Автоматика и автоматизация производственных процессов. – Минск: Вышэйшая школа, 1986.
3. Банзарь В.К. Словарь-справочник по электротехнике, промышленной электронике и автоматике. – Минск: Вышэйшая школа, 1980.
4. Поляков А.П. и др. Измерение параметров газообразных и жидких сред при эксплуатации инженерного оборудования зданий: Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1987.
5. Цигельман И.Е. Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий. – М.: Высшая школа, 1988.
6. Рябов В.И. Практические работы по электрооборудованию и основам автоматики. – М.: Экономика, 1979.
7. Игловский И.Г., Владимиров Г.В. Справочник по электромагнитным реле. – Л.: Энергия, 1975.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лабораторная работа № 1. Снятие статической характеристики потенциометрического датчика	4
Лабораторная работа № 2. Изучение устройства электромагнитного реле и снятие его статических характеристик	8
Лабораторная работа № 3. Изучение устройства термометра сопротивления и снятие его статических характеристик	12
Лабораторная работа № 4. Изучение и устройство, принцип работы автоматического регулятора температуры	17
Лабораторная работа № 5. Исследование элементов автоматической защиты цепей электрического тока	24
Литература	30

Учебное издание

Составитель
ЛЕОНОВИЧ Александр Николаевич

**МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ

для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

В четырех частях
Часть 4

АВТОМАТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Редактор Р.Н. Авласенок

Подписано в печать 16.02.06. Формат 60×84 ½.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,88.

Тираж 50 экз. Заказ № 232

Издатель и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

ЛИ № 02330/0133020 от 30.04.04 г.

ЛП № 02330/0133128 от 27.05.04 г.