

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ им. МИРЗО
УЛУГБЕКА**

**Лабораторные работы
по основам автоматики и автоматизации технологических процессов**

Учебное пособие

САМАРКАНД - 2007

Учебное пособие для выполнения лабораторных работ по основам автоматике и автоматизации технологических процессов

Сирожиддинов У.С. \Самаркандский гос. арх.строит.институт\
Самарканд 2007, 64 с.

В книге описаны лабораторные работы по основам автоматике и автоматизации технологических процессов. В описании каждой работы приведены общие сведения по исследуемому вопросу, указания по их организации и проведения, электрические схемы, общие виды и описания лабораторных установок, а также вопросы для самопроверки. В приложениях представлены условные буквенные и графические обозначения элементов электрических схем, приборов и средств автоматизации, рекомендации по оформлению отчета и подготовке к зачету.

Практикум предназначен для студентов направления 5520600 – «Технология машиностроения, производственное оборудование их автоматизация» и 5521100 – «Наземные транспортные системы» и 5850100-«Охрана окружающей среды».

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Наземные транспортные системы и машиностроение». Протокол №.....от.....2007 г.

Печатается по решению научно-методического совета Самаркандского государственного архитектурно-строительного института имени Мирзо Улугбека. Протокол №.....от.....2007 г.

Рецензенты:

к.т.н., доц. Т.М.Максумов.

к.т.н., доц. М.Т.Турдикулов.

© Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт имени Мирзо Улугбека, 2007

Содержание

1. Введение	3
2. Подготовка и организация лабораторных работ.	4
3. Сборка и включение электрической схемы.	5
4. Выполнение лабораторной работы	6
5. Отчет по лабораторным работам и зачет.	7
6. Основные правила техники безопасности	9
7. Описание лабораторного стенда	12
8. Лабораторная работа № 1. Термометрический сигнализатор и контроль температуры подшипников двигателя	14
9. Лабораторная работа № 2. Изучение характеристик теплового реле и аппаратуру защиты электроприводов	19
10. Лабораторная работа № 3. Управление реверсивным асинхронным электроприводом	25
11. Лабораторная работа № 4. Изучение реле времени	32
12. Лабораторная работа № 5. Изучение многоцепного командного прибора МКП	41
13. Лабораторная работа № 6. Определение характеристик фотоэлектрических датчиков	47
14. Лабораторная работа № 7. Измерение деформаций и сил с помощью тензометрических датчиков	54
15. Лабораторная работа № 8. Изучение средств измерения и автоматического контроля уровня жидкостей	63
16. Лабораторная работа № 9. Релейные элементы САР и снятие их характеристик	76
17. Лабораторная работа № 10. Снятие переходной характеристики системы автоматического регулирования (стабилизации) уровня жидкости в резервуаре	84
18. Литература	91

Приложения

1. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля	93
2. Условные графические обозначения элементов электрических схем	102
3. Условные обозначения приборов и средств автоматизации	105
4. Оформление отчета по лабораторным работам	108

Введение

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда. Практически во всех производствах технологические машины оснащены приборами, предназначенными для автоматического регулирования различных параметров, имеют автоматизированный привод, осуществляющий плавный пуск, торможение и аварийный останов, а также допускающий регулирование скорости вращения.

Проектами наиболее сложных производств предусматривается автоматизация, как отдельных установок, так и целого технологического процесса, создание автоматического и агрегатированного оборудования с повышенными скоростями и мощностями, автоматических поточных линий.

Технологические процессы всех отраслей народного хозяйства связаны с использованием богатого арсенала технических средств, среди которых важное место отводится элементам системы автоматизации и контроля.

Особую значимость в этой связи приобретает подготовка специалистов владеющих знаниями в области проектирования, изготовления и эксплуатации технических средств автоматики, основ построения и расчета автоматических систем. В формировании систем знаний, умения и навыков инженера большое значение имеют лабораторные работы.

Настоящий практикум по лабораторным работам способствует более глубокому и детальному изучению предмета, образованию конкретных представлений об устройстве, принципах действия, основах монтажа и снятию характеристик некоторых технических средств автоматики, систем автоматического регулирования и контроля, используемых в различных технологических процессах, транспортных средствах, машинах и механизмах.

Описание лабораторных работ и практических занятий составлены на базе технических характеристик и инструкций по эксплуатации электрических и других аппаратов имеющихся в нашем ВУЗе. При подготовке данного пособия использованы материалы подготовленные к.т.н., доцентами Р.В. Левиным, Ф.Г. Сафиным, Т.М. Максумовым, М.Т. Турдикуловым и другими в разные годы преподававшими курс автоматики. Продолжительность каждой работы рассчитана на два академических часа.

Подготовка и организация лабораторных работ

Лабораторные работы являются одним из важнейших элементов практического обучения, позволяющий закрепить теоретические знания, проверить на опыте некоторые положения теории, более глубоко изучить принцип действия и технические характеристики средств автоматики, приобрести практические навыки в сборке электрических схем и проведения измерений.

Выполнение лабораторной работы позволит студенту не только обзорно изучить средства автоматизации и контроля, но и научиться самостоятельно решать некоторые несложные задачи исследовательского характера, обрабатывать и анализировать полученные из опытов результаты и делать

соответствующие выводы.

Лабораторные работы выполняются по графику, который заранее доводится до сведения студентов. Учитывая небольшое время, отведенное для лабораторных работ, участники занятия должны стремиться использовать его рационально. Очевидно, что за два академических учебных часа невозможно реализовать весь комплекс задач: подготовиться к работе, провести эксперимент, сделать расчеты, оформить отчет и защитить работу. Поэтому в целях качественного выполнения лабораторных работ студенту необходимо заранее повторить теоретический материал по теме лабораторной работы, ознакомиться с описанием лабораторной установки, выяснить цель работы и способы ее достижения, ознакомиться с последовательностью выполнения работы, в рабочей тетради записать название и номер работы, начертить электрические схемы и подготовить таблицы для записи показаний приборов и результатов расчета, ответить устно или письменно на вопросы, приведенные в описании. При этом следует кратко законспектировать важнейшие теоретические положения, не переписывая полностью текст методических указаний. Качество конспекта показывает способность студента самостоятельно анализировать научно-техническую информацию.

С другой стороны, рационально перенести бо́льшую часть работы, выполняемой студентами на занятия в лаборатории. Это вызвано тем, что в лаборатории имеется больше возможностей для консультаций с преподавателем и с сокурсниками.

Важная роль в качественном и, самое главное, безопасном проведении лабораторных занятий отводится преподавателю, который наблюдает за работой студентов, проверяет правильность сборки схем и ведёт методическое руководство практическим обучением.

Перед выполнением лабораторных работ студенты разбиваются на подгруппы. Целесообразно лабораторную работу выполнять небольшими группами состоящих из трех-четырех человек.

Технический персонал лаборатории должен обеспечить чистоту, порядок и бесперебойную работу оборудования.

Сборка и включение электрической схемы.

Перед началом лабораторной работы необходимо расставить приборы и аппараты по возможности так, чтобы они соответствовали электрической схеме. Сборку схемы должен вести один студент, другие члены подгруппы контролируют его и выполняют мелкие поручения.

Начинать сборку схемы нужно от одного из зажимов источника питания, соединяя последовательно один элемент за другим, и закончить схему на другом зажиме источника. Причем положительный зажим источника постоянного тока следует соединять с положительным зажимом, который указан на приборах магнитоэлектрической и электронной систем. После сборки последовательной цепи нужно подключить и параллельные цепи, если они имеются в электрических схемах (вольтметры, контакты и др.), Целесообразно

для последовательных и параллельных цепей использовать провода разного цвета. Это делает электрическую схему наглядной и позволяет уменьшить число ошибок при ее сборке.

После того как схема собрана, необходимо все рукоятки регуляторов напряжения установить на нулевую отметку, движки реостатов установить в такое положение, чтобы сопротивления их были наибольшими, а переключатели многопредельных приборов поставить на наибольший предел измерения.

Наличие ошибок в электрической схеме может привести к порче оборудования, приборов или к несчастному случаю. Поэтому каждый раз необходимо показывать собранную схему преподавателю или лаборанту.

После этого к схеме подключают напряжение. Регулятором медленно увеличивают напряжение на входе до нужной величины, наблюдая при этом за показаниями приборов. Если стрелка амперметра в цепи источника питания не отклоняется, то это означает, что в цепи обрыв. Если стрелка амперметра даже при малом напряжении отклоняется до конца шкалы, то это указывает на короткое замыкание в цепи. Если стрелки приборов магнитоэлектрической системы отклоняются влево от нулевой отметки, то нужно поменять полярность подключения приборов.

Во всех этих случаях нужно выключить источники питания и еще раз проверить схему или обратиться за помощью к преподавателю.

Выполнение лабораторной работы

Лабораторную работу нужно выполнять, соблюдая последовательность, которая указана в описании каждой работы. Перед выполнением каждого пункта работы рекомендуется выполнить все указанные действия, но без записи результатов. Это необходимо, чтобы убедиться, что приборы подобраны верно, реле или аппарат срабатывает и замыкает или размыкает свои контакты, сигнальная лампочка загорается и т. п.

Обязанности в подгруппе лучше разделить. Один студент может изменять напряжение или ток, а также наблюдать за одним или двумя приборами, другой - за остальными приборами и записывать результаты в таблицу рабочей тетради. В последующих работах обязанности могут быть перераспределены. Показания всех приборов следует снимать внимательно и записывать измеряемую величину в соответствующих единицах измерения. Если трудно сразу определить измеряемую величину в соответствующих единицах измерения, то сначала можно записать количество делений, а потом пересчитать, учитывая цену деления.

Замыкание и размыкание контактов элементов цепи показывает загоревшая лампочка (или другой электрический индикатор), включенная в их цепь. Параметры срабатывания аппаратов следует определять в его рабочем положении не менее трех раз и записывать средне арифметический результат.

После окончания экспериментов нужно проанализировать полученные результаты, сопоставив их с теорией, свойствами измеряемого параметра или

техническими характеристиками исследуемого аппарата. При слишком большом расхождении результатов эксперимент следует повторить. Полезно построить черновой график. Если разброс точек на графике окажется слишком велик, то нужно повторить замер.

После выполнения лабораторной работы нужно показать результаты преподавателю, а затем разобрать электрическую схему и привести в порядок рабочее место.

Отчет по лабораторным работам, практическим занятиям и зачет.

Отчет является техническим документом и оформляется в соответствии с *ГОСТ 2.105—79* и *2.104—68*. Поясняющий текст, таблицы, расчеты помещают на одной стороне листа формата А4. Вдоль короткой стороны каждого листа располагают основную надпись. Отчет по лабораторным работам и практическим занятиям включает отчеты по каждой лабораторной работе и практическому занятию в соответствии с программой предмета и учебным планом.

В начале отчета дают титульный лист. На первом (заглавном) листе отчета помещают содержание, включающее наименование выполненных лабораторных работ и практических занятий с указанием номеров листов отчета. На этом листе оформляют штамп в соответствии с *ГОСТ 2.104—68* по форме 2, а на остальных листах отчета оформляют штамп в соответствии с *ГОСТ 2.104—68* по форме 2а. В основной надписи штампов записывают обозначение отчета (шифр специальности, предмета, номер учебной группы и лабораторной работы).

В отчете по каждой лабораторной работе должно быть приведено следующее: наименование работы; цель работы; технические данные измерительных приборов и другого оборудования; электрические схемы; результаты измерений, сведенные в таблицы с краткими пояснениями; диаграммы (графики); анализ полученных результатов и выводы по выполненной работе.

Электрические схемы должны быть аккуратно вычерчены карандашом с помощью чертежных принадлежностей с соблюдением условных графических обозначений, которые приведены в приложении 2. Каждый элемент электрической схемы должен иметь позиционное обозначение, характеризующее вид этого элемента, выполняемую им функцию, порядковый номер, а при необходимости и другие сведения. В табл.3.5 приложения 2 приведены примеры буквенных кодов для обозначения элементов электрических схем с учетом требований *ГОСТ 2.710—81*.

Диаграммы (графики) строятся в прямоугольной системе координат, причем независимую переменную откладывают на горизонтальной оси (оси абсцисс) в линейном масштабе. Положительные значения величин откладывают на осях вправо и вверх, а отрицательные влево и вниз от точки начала отсчета. Масштаб может быть разным для каждой оси и выражается шкалой значений откладываемых величин. Координатные оси должны быть

разделены на графические интервалы координатной сеткой, делительными штрихами или их сочетанием. Рядом с ними должны быть указаны числа (значения величин), которые размещаются вне поля диаграммы горизонтально.

В отчете следует приводить только окончательные результаты вычислений с указанием расчетных формул. В выводах по выполненной работе надо указывать характер изменения исследуемых параметров или сравнивать полученные результаты с техническими данными аппарата, которые приведены в описании лабораторной работы. В приложении 4 приведен пример оформления отчета.

По каждой лабораторной работе и практическому занятию студент должен получить зачет. Для этого он должен знать теоретический материал по данной теме, принцип действия и особенности исследуемого параметра или аппарата, уметь собирать электрическую схему и объяснить принцип ее работы, пояснить, как определяется тот или иной параметр, уметь делать анализ полученных результатов. Студенты, выполнившие это требование, получают зачет по защищаемой работе.

Зачет может проходить в форме личной беседы преподавателя со студентом или может содержать тестовый опрос.

Небрежно оформленная работа к защите не допускается. Студенты, не защитившие работу во время лабораторных занятий, должны защитить её во время консультации, назначенной преподавателем для их группы. В противном случае они не будут допущены на следующем лабораторном занятии к выполнению экспериментальной части другой работы, а будут защищать на нем выполненную ранее работу.

Студенты, не выполнившие работы в определённый учебным планом срок, могут выполнить их лишь после окончания всех основных лабораторных занятий по курсу во время, согласованное с преподавателем. Студенты, выполнившие и защитившие все работы, получают зачет по лабораторной части курса.

Основные правила техники безопасности

В лаборатории автоматики используется напряжение переменного и постоянного тока до 250 В. При несоблюдении правил по технике безопасности эта величина напряжения представляет серьезную опасность.

Сопротивление тела человека определяется главным образом сопротивлением кожного покрова, которое существенно зависит от степени его увлажнения, наличия повреждений и т. п. Поэтому сопротивление тела человека может изменяться в очень широких пределах. В расчетах по технике безопасности обычно сопротивление тела человека принимают равной 1 кОм.

Электрический ток, проходя через тело человека, производит тепловое, химическое и биологическое воздействие, тем самым нарушая нормальную жизнедеятельность.

Химическое действие тока ведет к электролизу крови и содержащихся в организме других растворов, что приводит к изменению их химического состава. Биологическое действие электрического тока проявляется в опасном возбуждении живых клеток организма, что может сопровождаться судорогами, явлениями паралича.

Степень поражения человека и тяжесть электрического удара зависят главным образом от значения тока, проходящего через тело человека, пути тока в теле человека и длительности его прохождения.

Студенты допускаются к лабораторным работам только после ознакомления с настоящими правилами, что должно быть зафиксировано в специальном журнале.

Первая помощь при поражении электрическим током. Успех при оказании первой помощи пострадавшему от электрического тока, как и при других несчастных случаях, зависит от быстроты и правильности действий окружающих. Промедление или неумение оказывающими помощь выполнить необходимые действия могут повлечь за собой смерть пострадавшего.

При поражении электрическим током пострадавший нередко не может самостоятельно освободиться от действия тока, так как ток вызывает судороги мышц. Чтобы помочь пострадавшему, нужно немедленно отключить электроустановку или соответствующую ее часть (рис. 1).

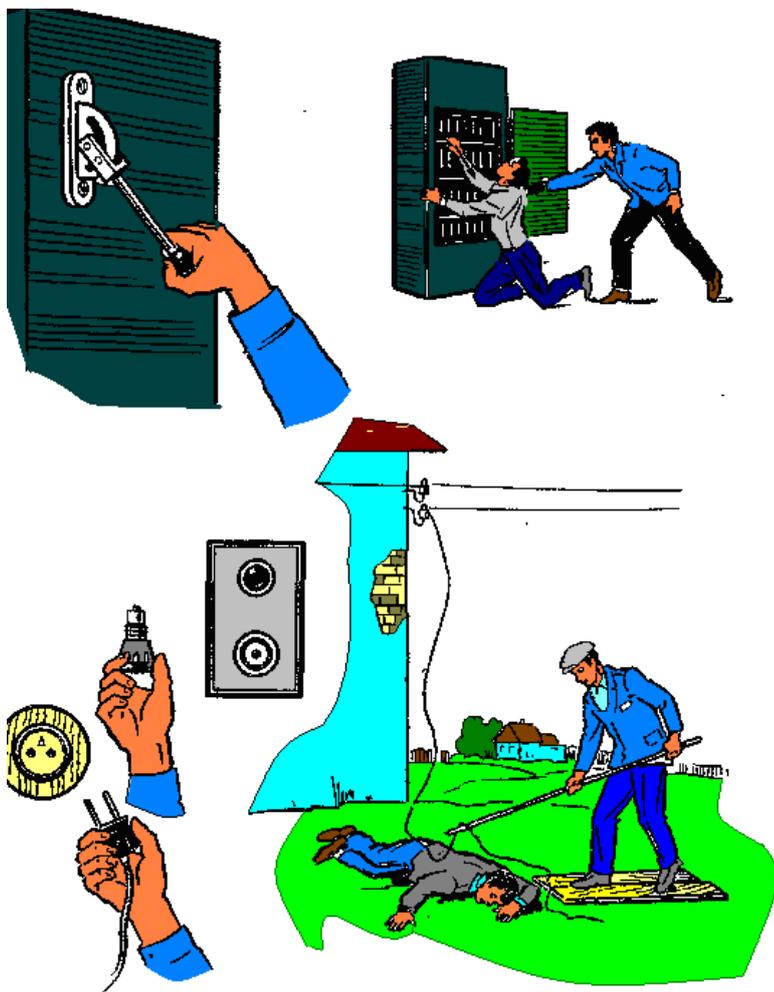


Рис. 1. Некоторые способы освобождения пострадавшего

от действия тока.

Если же это сделать невозможно (далеко расположен рубильник или доступ к нему оказался опасным), пострадавшего нужно отделить от токоведущих частей следующим образом:

- надев резиновые галоши и перчатки или обмотав руку сухой тканью, оторвать человека, попавшего под напряжение, от токоведущих частей;
- взявшись за сухие части одежды пострадавшего, оторвать его от токоведущих частей;
- встав на сухую доску или подсунув ее под пострадавшего, оторвать его от токоведущих частей.

Меры первой помощи зависят от состояния, в котором находится пострадавший после освобождения его от действия тока. Один из оказывающих помощь должен немедленно вызвать врача, а другой (лучше с помощью товарищей, если они рядом) также немедленно выполнить следующее: уложить пострадавшего на спину на твердую ровную поверхность и проверить, есть ли у него дыхание и пульс.

Если пострадавший находится в сознании, то его надо укрыть теплой одеждой, не давать двигаться и до прихода врача продолжать наблюдать за состоянием дыхания.

В случае бессознательного состояния пострадавшего, но при наличии у него дыхания и пульса нужно уложить пострадавшего в удобном положении, расстегнуть одежду, обеспечить приток свежего воздуха и давать нюхать нашатырный спирт. Все это надо делать до прихода врача.

Если у пострадавшего отсутствуют признаки жизни, то его нельзя считать умершим, так как только врач может безошибочно установить, мертв ли пострадавший или его еще можно спасти. До прихода врача необходимо делать пострадавшему искусственное дыхание и массаж сердца.

Во всех случаях, находясь в кабинете автоматики (лаборатории, на участке или в цехе учебно-производственного комбината, на предприятии, стройке и т. д.), строго соблюдайте следующие общие правила техники электробезопасности:

1. Перед началом сборки схемы необходимо убедиться в том, что автоматический выключатель на стенде находится в выключенном состоянии.

2. Рабочее место не должно загромождаться посторонними предметами, а проходы — стульями.

3. Измерительные приборы и исследуемые аппараты необходимо размещать таким образом, чтобы в процессе выполнения работ была исключена возможность случайного прикосновения к оголенным токоведущим частям.

4. Не допускается использование приборов и аппаратов с неисправными зажимами, проводов с поврежденной изоляцией, неисправных реостатов, тумблеров и другого оборудования.

5. Сборку схемы необходимо выполнять по возможности без

пересечений проводов, нельзя натягивать и свертывать провода. Неиспользованные соединительные провода необходимо убрать с рабочего места.

6. Категорически запрещается производить какие-либо операции на главных распределительных щитах, а также за пределами рабочего места.

7. Напряжение на схему подают только после разрешения преподавателя, предупредив об этом всех участников занятия работающих на данном рабочем месте.

При каждом включении предупреждайте товарищей словом **"ВКЛЮЧАЮ"!!!**

При этом рукоятки регуляторов напряжения должны находиться на нулевой отметке.

8. В случае прекращения опыта или перерыва в работе схему необходимо отключать от сети.

9. Во время выполнения лабораторной работы запрещается: оставаться работать в лаборатории одному, производить пересоединение в схеме, находящейся под напряжением; прикасаться к оголенным токоведущим частям приборов; включать схему после каких-либо изменений соединений в ней до проверки преподавателем; оставлять без наблюдения схему, находящуюся под напряжением.

10. Во всех случаях обнаружения неисправного состояния оборудования, измерительных приборов, проводов, при появлении специфического запаха, дыма нужно выключить напряжение и немедленно поставить в известность преподавателя.

11. После окончания работы необходимо выключить напряжение, разобрать схему, привести в порядок рабочее место.

Описание лабораторного стенда

Для проведения лабораторных работ в учебных заведениях применяются специальные рабочие места — лабораторные стенды. Они оборудуются необходимыми источниками питания, коммутационной, сигнальной аппаратурой, измерительными приборами.

К лабораторным стендам предъявляют следующие основные требования: безопасность эксплуатации; наглядность; надежность; возможность сборки электрических схем без применения специального инструмента; ремонтпригодность и длительный срок службы.

Пример общего вида лабораторного стенда приведен на рис. 1. Стенд должен иметь лицевую панель 1, крышку стола 3 из изоляционного материала и металлический каркас 2. На крышке стола и верхней части стенда можно располагать исследуемые аппараты, устанавливать недостающие приборы.

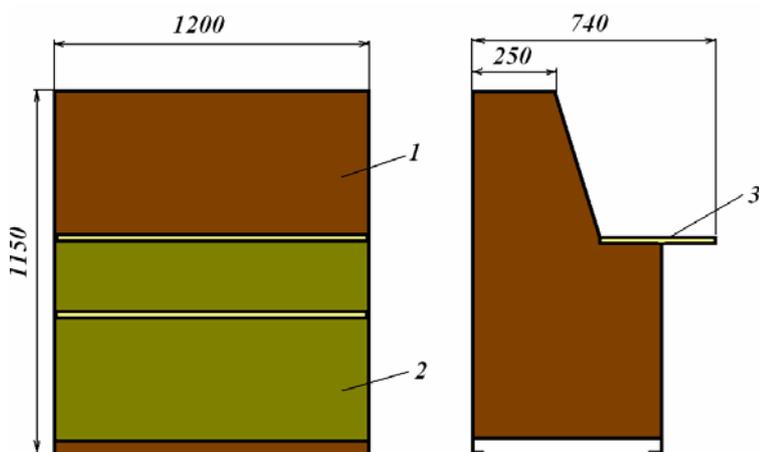


Рис. 2. Общий вид лабораторного стенда

На лицевой панели стенда (рис. 2) располагаются рукоятки автоматического выключателя и тумблеров для включения различных источников питания, ручки регуляторов напряжения, сигнальные лампочки, измерительные приборы, зажимы для подключения реостатов, приборов, коммутационной аппаратуры. Около зажимов указываются соответствующие условные обозначения элементов. Следует иметь в виду, что приборы имеют погрешность измерения, на что указывает класс точности прибора. Погрешность измерения тем меньше, чем ближе измеряемая величина к пределу измерения прибора. Поэтому нужно так подбирать - предел измерения прибора, чтобы во время измерения стрелка находилась в последней третьей части шкалы. Приборы магнитоэлектрической системы можно использовать для измерения на постоянном токе.

Лабораторные стенды должны быть удобными для проведения экспериментов, визуального наблюдения показаний приборов, записи экспериментальных данных.

В свою очередь студенты должны бережно относиться к приборам, лабораторному и аудиторному оборудованию. За порчу лабораторного имущества в результате нарушения установленных правил виновный несет материальную ответственность.

Лабораторная работа № 1

Термометрический сигнализатор и контроль температуры подшипников двигателя.

Цель работы: Изучение принципа действия и конструкции манометрического термометра с электроконтактным устройством, способов защиты от перегрева электрооборудования, подшипников и т.п

Оборудования и приборы: Манометрический термометр, электроплитка для нагревания сосуда с водой и контрольный ртутный термометр.

I. Общие сведения.

Термосигнализаторы предназначены для измерения температуры и сигнализации при предельно допустимых температурах с целью защиты от перегрева трансформаторов, подшипников турбин, двигателей, насосов, редукторов и т.п.

Термосигнализатор, показанный на рис.1 представляет собой манометрический дистанционный термометр с электроконтактным устройством. Принцип работы прибора основан на зависимости температуры и давления насыщенных паров хлорметила (эфира, ацетона и др) заключенных в герметически замкнутую систему, состоящей из термобаллона 1, соединительного капилляра 2 и геликоидальной пружины термосигнализатора (полая винтовая латунная пружина) 3.

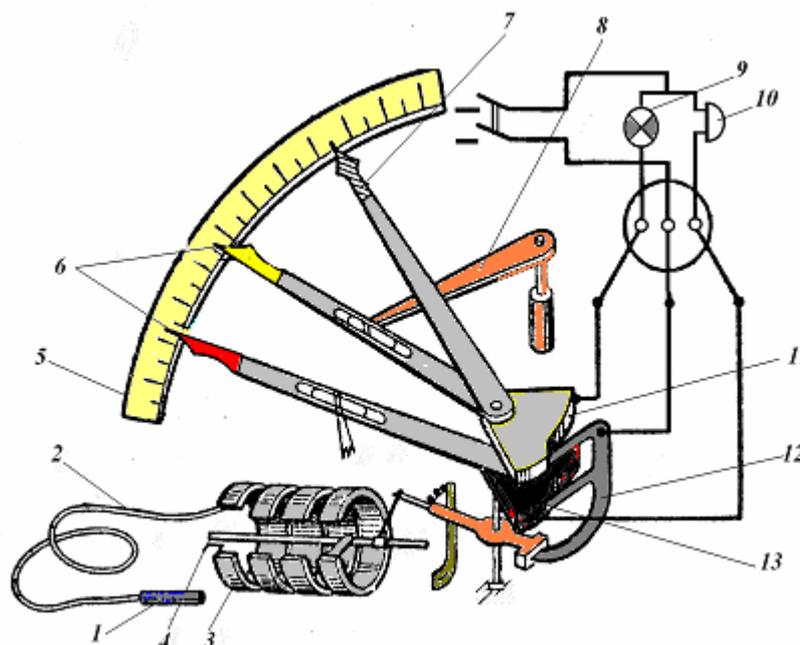


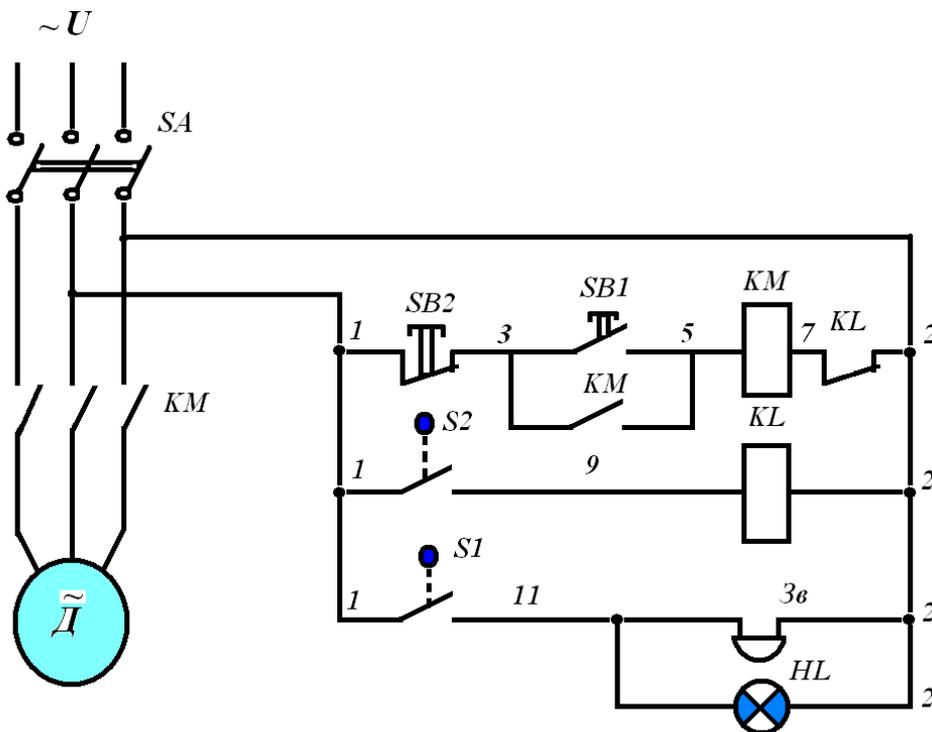
Рис. 1.1. Схема ма

При нагревании пружина 3 раскручивает ось прибора со стрелкой 7, которая перемещается по шкале 5 на угол соответствующий изменению температуры. Таким образом, деформация пружины, посредством рычажного передаточного механизма, преобразуется в отклонение, стрелки по шкале прибора. С осью стрелки жестко связана контактная щеточка 12, скользящая по двум секторам 11 и 13 с контактами 6. Один из секторов связан с желтым, а другой с красным передвижными стрелочными указателями. При установке указателя с помощью винта и рычага на определенную отметку шкалы, замыкание соответствующего контакта происходит при совпадении конца стрелки с концом указателя. С повышением температуры сверх нормально допустимой происходит вначале замыкание щеточного контакта стрелки с контактом желтого указателя, что осуществляет звуковую 10 и световую сигнализацию 9. Дальнейшее повышение температуры приводит к дополнительному замыканию с контактом красного указателя что приводит к отключению контролируемой и защищаемой установки.

Пределы измерения температуры 0 - 100°C. Предельная длина капилляра - 25 м .

II. Описание лабораторной установки.

В данной работе имитируется контроль температуры подшипников с



помощью термосигнализатора. Для этого параллельно двигателю включена электроплитка, нагревающая посуду с водой, в которой помещены термобаллон и контрольный ртутный термометр. Контакты термосигнализатора использованы в схеме

сигнализации и управления двигателем. Предельные значения температур выбраны и заранее установлены с помощью указательных стрелок.

Первое значение - 40°C, второе - 80°C.

Схема управления двигателем с температурной защитой подшипников представлена на рис. 1.2.

Рис.1.2. Принципиальная схема управления двигателем с температурной защитой подшипников.

Замыканием рубильника SA подготавливаются цепи управления двигателем. Нажатием кнопки SV1 ("пуск") замыкается цепь обмотки электромагнитного (KM) пускателя: 1-3-5-7-2. Магнитный пускатель срабатывает и запускает двигатель Д.

При достижении температуры подшипников 40°C замыкаются контакты S-1 термосигнализатора и включается цепь 1-11-2 звуковой и световой HL сигнализации.

При увеличении температуры подшипников до 80°C замыкаются контакты S-2 в цепи 1-9-2, срабатывает промежуточное реле KL, разрывающее своим н.з. контактом KL цепь катушки KM магнитного пускателя, после чего двигатель отключается.

Таким образом, схемой управления, использующей термосигнализатор, предусмотрены контроль температуры подшипников аварийное отключение двигателя при достижении ими предельно допустимой температуры.

III. Последовательность выполнения работы.

1. Ознакомиться с конструкцией, со схемой внутренних соединений и техническими данными, работой термосигнализатора.

2. Ознакомиться с принципиальной схемой управления двигателем с температурной защитой подшипников и выяснить назначения каждого ее элемента.

3. Установить термобаллон датчика и стеклянный термометр в сосуд с водой.

4. Включить рубильник и магнитный пускатель и нагреть воду в сосуде до заданной температуры. При срабатывании термосигнализатора сравнить его показания с показаниями стеклянного термометра. Полученные результаты занести в таблицу № 1.

5. После автоматического отключения рекомендуется попытаться повторно включить двигатель магнитным пускателем (до снижения температуры термобаллона).

6. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы по выполненной работе.

7. Оформить отчет.

Таблица 1

Срабатывание термосигнализатора	Заданная температура(°C)	Температура срабатывания ТС (°C)	
		По шкале ТС	По шкале ртутного термометра
<i>На сигнал</i>	<i>40</i>		
<i>На отключение</i>	<i>80</i>		

IV. Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Электрическую схему управления электродвигателем с температурной защитой подшипников и принцип работы..
3. Порядок проведения лабораторной работы с перечислением этапов.
4. Таблицу 1 с результатами эксперимента.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей применяется термосигнализатор ?
2. Что представляет собой термосигнализатор ?
3. Что в качестве наполнителя термобаллона используется в манометрических термометрах ?
4. Какое свойство наполнителя используется в этих термометрах ?
5. В каких случаях происходит подача звукового или светового сигнала ?
6. На что указывают красная и желтая передвижные стрелочные указатели ?
7. Отчего происходит перегрев электродвигателя, его частей, в частности подшипников ?

Лабораторная работа № 2

Изучение характеристик теплового реле и аппаратуру защиты электроприводов.

Цель работы: Ознакомление с принципом действия биметаллических тепловых реле и их применением для защиты электроприводов от перегрузки.

Оборудование и приборы: Автоматический выключатель АП-50, тепловое биметаллическое реле, трансформатор понижающий, реостат, термометр, милливольтметр, амперметр.

I. Общие сведения

Тепловые реле широко используются в системах автоматики как элемент защиты электрических двигателей (в основном переменного тока) от недопустимого перегрева при длительных перегрузках. Чаще всего используют биметаллические тепловые реле. Действие биметаллических тепловых реле основано на различии линейного удлинения двух пластин из разных металлов. Для этой цели часто используют такие пары металлов, как латунь-инвар, сталь-инвар и другие материалы. Механическое усилие, развиваемое пластиной при изгибании в процессе нагревания, используется для размыкания контактов реле. При нагревании один металл расширяется сильнее, поэтому пластина, изгибаясь, замыкает контакты. При охлаждении пластина выпрямляется и размыкает контакты.

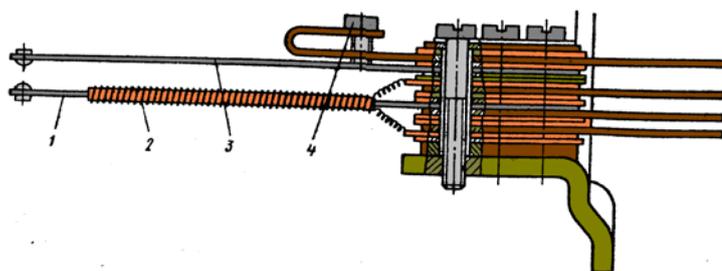


Рис. 2.1. Биметаллическое тепловое реле.

1-биметаллическая пластина; 2-нагревательные обмотки; 3-контактные пружины; регулировочный винт.

Величина изгиба зависит от температуры нагрева пластинки ($T_1 - T_0$), которая в свою очередь определяется силой тока I , проходящего через нагревательный элемент и условиями теплоотдачи пластинки.

Показанные на рис. 2.2 зависимости постепенного перехода устройства из одного установившегося состояния в другое называются переходными характеристиками

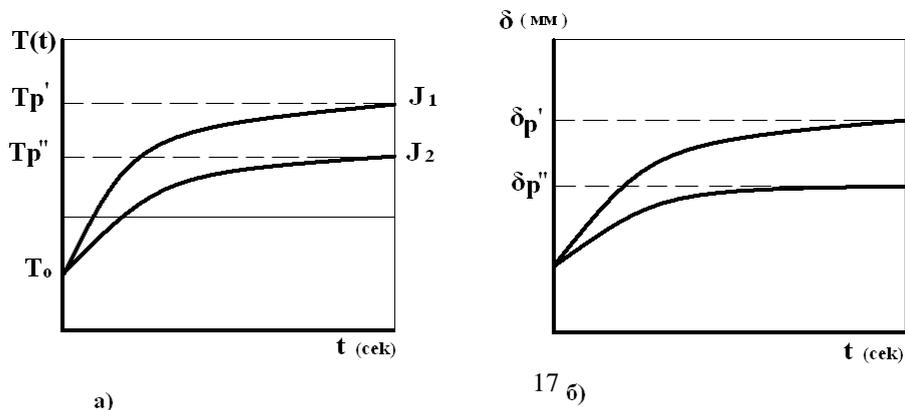
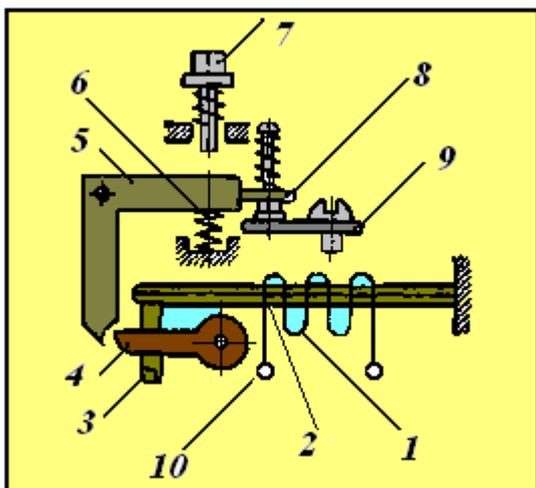


Рис.2.2. Переходные характеристики теплового реле при различных силах тока: а- температурная переходная характеристика; б- изгибная.

T_p - равновесная температура; δ - величина изгиба

На рис. 2.3 показана конструктивная схема реле серии ТРП. Состоит реле из следующих основных элементов: нагревателя 1, включаемого последовательно в контролируемую сеть, биметаллической пластины 2, изготовленной из двух спрессованных металлических пластин с различными коэффициентами линейного расширения, системы рычагов и пружин, контактов 8 и 9. Когда через нагревательный элемент проходит ток, превышающий силу тока уставки, в нем выделяется такое количество теплоты, что биметаллическая пластина деформируется, изгибается и при этом нажимает на регулировочный винт 3, выводя защелку 4 из зацепления.

Рис. 2.3. Схема теплового реле:



1 — нагреватель; 2 — биметаллическая пластина; 3 — регулировочный винт; 4 — защелка; 5 — рычаг; 6 — пружина; 7 — кнопка возврата; 8 — подвижный контакт; 9 — неподвижный контакт; 10 — выводные зажимы нагревателя.

В этот момент под действием пружины 6 верхний конец рычага 5 поднимается, размыкает контакты и разрывает цепь управления магнитного пускателя. Кнопка 7 служит для ручного возврата рычага в исходное положение после срабатывания реле.

Автоматические выключатели служат для автоматического отключения цепей тока при перегрузках, коротких замыканиях и других нарушениях режима работы цепи. Но с их помощью можно в случае необходимости осуществлять и ручное выключение или включение соответствующих электрических установок.

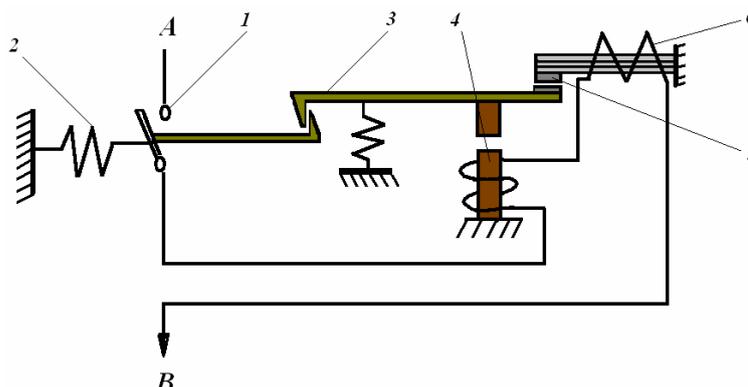


Рис.2.4. Схема автоматического выключателя.

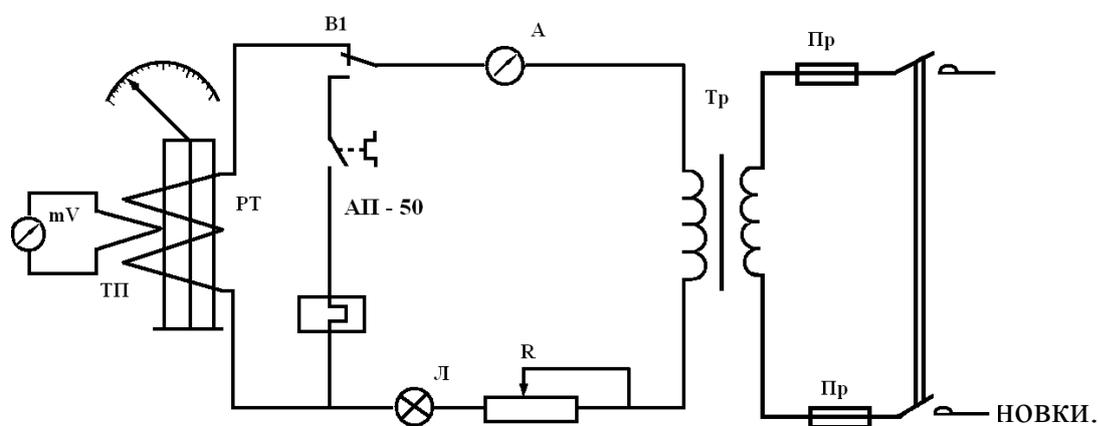
Основная часть автоматических выключателей (автоматов)— реле. Релейные элементы с механизмами отключения в автоматических выключателях носят название расцепителей. Выпускают автоматы с электромагнитными, тепловыми и комбинированными расцепителями. В тепловых расцепителях (реле), о которых было упомянуто выше, при перегрузке в защищаемой сети один из концов биметаллической пластины изгибается и срабатывает механизм расцепителя, отключающий цепь.

Продолжительность срабатывания автомата с тепловым расцепителем зависит от силы тока (при увеличении силы тока, проходящего через нагревательный элемент, расцепитель срабатывает и быстро отключает цепь). Принцип действия автоматического выключателя состоит в том, что при возникновении перегрузки в защищаемой цепи АВ контакты 1 расцепляются под действием пружины 2, удерживаемой защелкой 3. Защелка открывается, если на нее действует электромагнит 4 или биметаллическая пластинка теплового реле 5.

Электромагнит почти мгновенно срабатывает при большой силе тока, тем самым, осуществляя защиту цепи от коротких замыканий. Тепловое реле защищает цепь от длительных перегрузок токами, величина которых, больше допустимой.

В автоматическом выключателе (рис.2.4) величину начального зазора между биметаллической пластинкой 5 и защелкой 3 выбирают так, чтобы при силе тока, меньшей номинального значения I_k пластинка не доходила до защелки и автомат не выключался. При силе тока большей должно происходить выключение.

Чем выше перегрузка, характеризуемая кратностью тока, тем быстрее срабатывает тепловой автомат защиты.



II. Описание лабораторной установки.

Лабораторная установка предназначена для исследования характеристик теплового биметаллического реле, применяемого в промышленном автомате защиты типа АП – 50 (рис. 2.5.).

Питание на реле подается от сети переменного тока через выключатель ВК и плавкие предохранители Пр. Трансформатор Тр служит для снижения

напряжения с 220В до 36В, а реостат **R** позволяет регулировать силу тока, измеряемую амперметром **A**.

С помощью переключателя **B1** напряжение питания можно подать либо на нагревательный элемент биметаллического реле, смонтированного в автомате защиты АП – 50, либо на идентичную биметаллическую пластинку **PT**, смонтированную отдельно от АП – 50. Для определения температуры биметаллической пластинки служит термопара **ТП**, подключенная к милливольтметру.

III. Порядок проведения измерений.

В работе предусмотрена отдельное изучение характеристик биметаллической пластинки **PT** и теплового защитного реле в автомате АП-50.

Вначале выключатель **B₁** переводят в положение **PT** и реостатом **R** устанавливают силу тока по заданному варианту.

Затем реле **PT** выключают и дают ему охладиться до комнатной температуры. После достижения комнатной температуры выключают реле и одновременно пускают секундомер. При этом пластинка нагревается и начинает изгибаться. Необходимо фиксировать величину изгиба пластинки **y** и ее температуру **T** через каждые 5...20 секунд. Наблюдения продолжают до установления равновесного режима, когда дальнейший изгиб прекращается.

Полученные данные заносят в таблицу рассчитывают значения температуры нагрева пластинки.

$$T = \frac{U}{K}, \quad (^\circ\text{C})$$

где: **U** – показание милливольтметра (В),

K – чувствительность термопары, в данном случае $k=4, 16.10$ мВ/град (для термопары медь-константан).

Затем строятся графики зависимостей изгиба **y** от времени **t** и от температуры **T** при различных значениях силы тока.

Второй этап работы - исследование теплового защитного автомата АП-50. Переключатель **B₁** переводят в положение АП-50, а затем нажимают кнопку включения автомата. При этом ток проходит через нагревательный элемент реле защиты автомата. По истечении некоторого времени **T_{ср}** реле срабатывает и размыкает контакт АП – 50.

На этом этапе работы необходимо определить время срабатывания **t_{ср}** автоматической защиты в зависимости от силы тока. Следует учесть, что для получения правильных результатов перед началом каждого измерения нужно дать время для охлаждения теплового реле защиты.

Данные замеров заносят в таблицу и строятся график зависимости времени срабатывания от силы тока.

IV. Последовательность выполнения работы:

1. Изучить основные теоретические сведения по теме лабораторной работы и устройство установки, методику выполнения работы.

2. Включить установку, установить переключатель B_1 в положение РТ, реостатом R отрегулировать силу тока на заданную величину (см. таблицу 2) и снять изгибную и температурную переходные характеристики теплового элемента.

3. Перевести переключатель B_1 в положение АП нажать до упора кнопку автоматического выключателя АП – 50 и с помощью секундомера определить время срабатывания автомата.

4. Выключить установку, дать приборам охладиться до исходного состояния (5-7 мин) и аналогично повторить измерения при других заданных значениях силы тока.

5. Построить графики зависимостей: величины изгиба биметаллической пластинки y от времени $y = (t)$ и от температуры нагрева $T_y = f(T)$ при разных значениях силы тока: времени срабатывания автомата t_{cp} от силы тока $t_{cp}=f(I)$.

6. Оформить отчет. В отчете кратко указать цель работы, устройство и назначение тепловых реле, схему лабораторной установки, методику выполнения и результаты работы.

Задание значения силы тока I (а)

Таблица 2.

№ варианта	1	2	3	
1	1,5	2,	2,5	
2	1,0	0	2,0	,0
3	2,0	1,	3,0	
4	1,0	5	3,0	,5
		2,		
		5		,5
		2,		
		0		,0

Контрольные вопросы

1. Каково назначение и применение тепловых реле?
2. Как устроен автомат тепловой защиты электрических цепей?
3. Что происходит с биметаллической пластинкой при ее нагревании?
4. Что представляет собой изгибная и температурная переходные характеристики биметаллической пластинки?
5. Как устроена лабораторная установка?
6. Каков порядок выполнения работы?
7. Какими приборами измеряется температура нагрева биметаллической пластинки в лабораторной установке?
8. Как производится снятие переходных характеристик теплового элемента?
9. Как регулируется сила тока в цепях нагревательных элементов и каким прибором она измеряется в лабораторной установке?

Лабораторная работа № 3

Управление реверсивным асинхронным электроприводом.

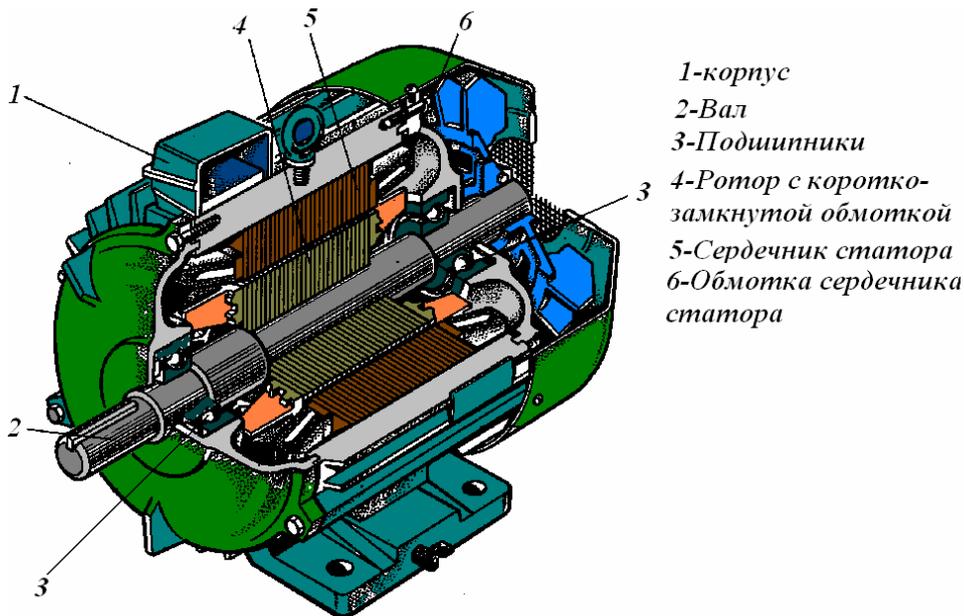
Цель работы. Изучение устройства, основных свойств и характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, элементов защиты электропривода и схемы реверсивного управления двигателем при помощи магнитного пускателя.

Оборудования и приборы: Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, магнитный пускатель, набор контакторов и тепловых реле, кнопочный пост, соединительные провода.

I. Общие сведения.

Асинхронный двигатель характеризуется простотой конструкции и высокой надежностью в эксплуатации. Это обусловило его широкое применение в народном хозяйстве страны. В устройствах автоматики они применяются главным образом для привода механизмов, не требующих регулирования частоты вращения.

Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя основан на способности трехфазной обмотки при включении ее в сеть трехфазного тока создавать вращающееся магнитное поле.



— статора

Устройство трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

В пазах статора размещается трехфазная обмотка, получающая питание от трехфазной сети переменного тока. Эта обмотка намотана таким образом, что трехфазный намагничивающий ток создает вращающееся магнитное поле.

Чтобы изменить направление вращения магнитного потока, достаточно поменять местами подключение двух фаз статора.

На роторе также размещается обмотка, которая в короткозамкнутом двигателе замыкается непосредственно на себя.

Вращающийся магнитный поток статора пересекает стержни обмотки ротора и в них индуцируется э. д. с. Эта э. д. с. создает в обмотке ротора ток, который, взаимодействуя с вращающимся магнитным потоком статора, обуславливает образование крутящего момента, действующего на обмотку ротора.

Отличительный признак асинхронного двигателя от синхронного состоит в том, что у них частота вращения ротора меньше частоты вращения магнитного поля статора.

Трехфазный ток к статору электродвигателя М поступает через трех полюсный автоматический выключатель К1. Он дает возможность отключить электродвигатель в случае ремонта, поломке магнитного пускателя или короткого замыкания в цепи. Тепловые реле магнитного пускателя включаются в две фазы, так как чрезмерно большой ток возможен не менее чем в двух проводах. Они служат для защиты двигателя от длительных перегрузок и от работы на двух фазах. Кроме этого цепи управления защищены предохранителем Пр от коротких замыканий.

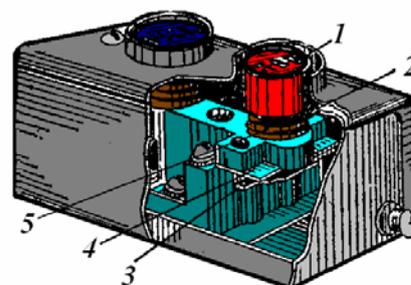
Схема работает следующим образом. Для включения двигателя в направлении «вперед» нажимается кнопка SB 1; при этом ток от фазы А идет по цепи: SB3 — SB 2 — SB 1 — К2 — К1 — фаза В; катушка К1 замыкает свои главные контакты К1, и двигатель включается на движение «вперед». Одновременно в цепи катушки К2 размыкается размыкающий контакт К1, что делает невозможным включение контактора К2. Для изменения направления вращения включается кнопка SB3, а затем кнопка SB2 при этом ток идет по цепи: фаза А — SB 3 — SB 1 — SB 2 — К 1 — К2 — фаза В. Теперь ток уже идет по катушке К2, которая замыкает свои контакты, и двигатель реверсируется (одновременно с включением контактора К2 его размыкающий контакт в цепи контактора К1 размыкается)

Кнопки управления применяют для дистанционного управления электромагнитными аппаратами (контакторами, реле, магнитными пускателями и т. п.) при напряжении до 500 В постоянного и переменного тока.

Кнопки управления серии КУ состоят из одного или нескольких кнопочных элементов. В кнопочный элемент входят контактное устройство и штифт (кнопка), механически связанный с контактным устройством. Головки штифтов (кнопок) для удобства обслуживания снабжают надписями: «пуск», «стоп», «вперед», «назад» и пр. и окрашивают в различные цвета (кнопку «стоп» обычно в красный). На рис. показан кнопочный элемент кнопки управления, который состоит из одного замыкающего и одного размыкающего контактов, электрически не связанных между собой.

Рис 3.2. Кнопочный элемент типа КУ

При нажатии на головку кнопки 1 («стоп»)



движение кнопки передается стержню 2, который размыкает подвижным контактом 3 цепь, проходящую по подвижному и неподвижному контактам 4. Когда кнопку отпускают, пружина 5 возвращает ее в исходное положение.

При нажатии на кнопку «пуск», обычно представляющую собой замыкающий контакт, подвижный контакт замыкает контакты электрической цепи; при нажатии на кнопку «стоп» (обычно размыкающий контакт) подвижный контакт размыкает цепь.

Кнопки с грибовидным фиксируемым толкателем предназначены для отключения цепей управления при возникновении, аварийных ситуаций на объекте. Кнопки со встроенной в толкатель сигнальной лампы, предназначены для дистанционного управления электромагнитными аппаратами со световой сигнализацией о включении или отключении управляемого кнопкой аппарата.

Контактором называют аппарат дистанционного действия, который служит для многократных включений и отключений приводится в действие при помощи электромагнита. Контактор широко применяют для автоматического и полуавтоматического управления электродвигателями. Кроме включения и отключения он осуществляет также нулевую защиту двигателей, т. е. отключается при исчезновении напряжения в питающей сети и не может включиться при повторной подаче напряжения.

По принципу действия контакторы представляет собой электромагнитный выключатель с контактами, управляемыми электромагнитом. Основными частями контакторов являются главные контакты; магнитная система; втягивающая катушка; дугогасительная камера; блок-контакты.

При уменьшении напряжения ниже 35—40% номинального контактор автоматически отключается, так как масса подвижных частей контактора превышает силу взаимодействия подвижной и неподвижной частей магнитной системы при сниженном напряжении. Если напряжение подано, а кнопка «пуск» не нажата, то контактор не срабатывает, так как цепь втягивающей катушки разомкнута. Этим обеспечивается нулевая защита электродвигателя.

В схемах реверсирования контакторы обязательно должны иметь между собой электрическую блокировку.

Электрическая блокировка действует посредством электрической связи между цепями аппаратов в схемах электроприводов.

На рис. 3.3 электрическая блокировка выполнена при помощи размыкающих блок - контактов. При нажатии кнопки SB 1 импульс подается на катушку контактора K1 и закрепляется блок-контактом K1; одновременно размыкается размыкающий блок- контакт K1, включенный в цепь катушки K2. Если теперь нажать на кнопку SB2, то контактор K2 не включится, ибо цепь разомкнута контактом K1. Аналогично при включении контактора K2 контактор K1 не включается из-за размыкания размыкающего контакта K2.

В схеме предусмотрена и ещё одна электрическая блокировка посредством кнопочных станций. Так при нажатие кнопки SB1 в цепи

контактора К1, размыкается контакт кнопки SB1 в цепи питания контактора К2. Аналогичное явление происходит и при нажатии кнопки SB2.

Если сработает контактор К1, то он замкнёт свои главные контакты К1, если при этом произойдет включение контактора К2, то очевидно, в силовой цепи будет двухфазное короткое замыкание (фазы А и С замкнутся через главные контакты, минуя потребитель), что является аварийный режимом. Следовательно, в цепи управления всегда нужно предусматривать защиту от возможного одновременного включения контактов К1 и К2.

Остановить двигателя при любом направлении вращения производится при нажатии кнопки «стоп» SB3.

При этом обесточивается цепь питания контактора К1 или контактора К2.

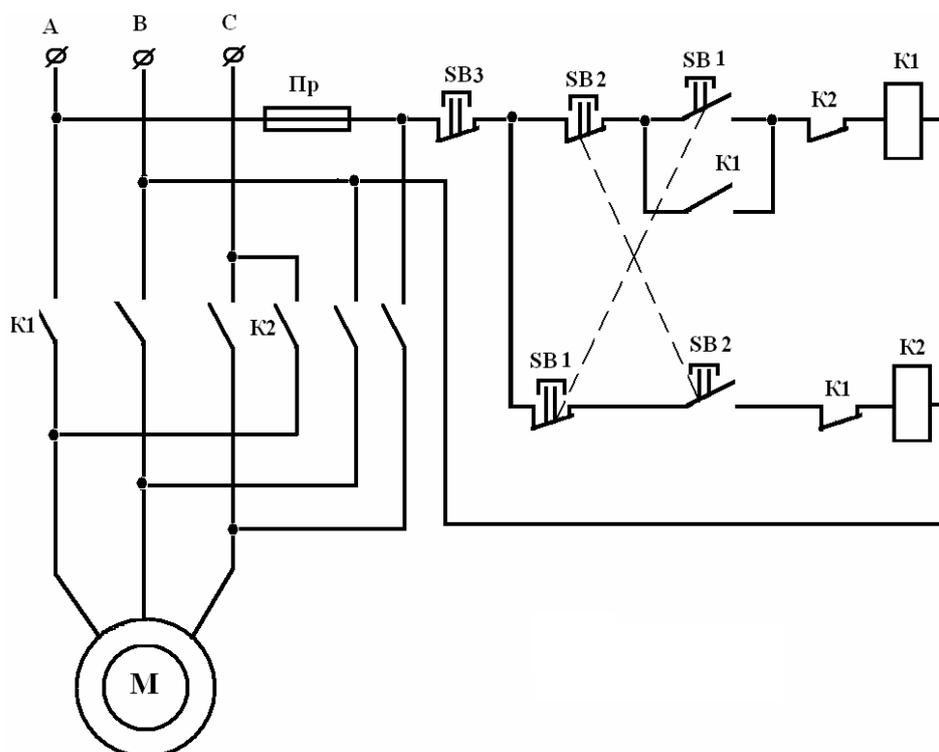


Рис.3.5. Схема реверсивного управления электродвигателем.

Магнитные пускатели представляют собой пусковой аппарат, состоящий из контактора, обычно помещаемого в защитном кожухе и управляемого дистанционно при помощи кнопок управления. Большинство магнитных пускателей имеет встроенные в две фазы элементы тепловой защиты в виде теплового реле, которое защищает двигатель от перегрузок. Магнитные пускатели переменного тока в основном предназначены для дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором.

Магнитный пускатель позволяет осуществить защиту двигателя от понижения напряжения в сети. Электромагнит включенного пускателя возвращается в исходное состояние при снижении напряжения на до 60-70 % от номинального и двигатель при этом отключается.

II. Описание лабораторной установки.

Экспериментальная установка содержит асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором небольшой мощности, магнитный пускатель (контактор) позволяющий произвести реверсирование электродвигателя, двухкнопочного поста для дистанционного управления.

III. Последовательность выполнения работы:

1. Ознакомиться с устройством и принципом работы трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором, способами реверсирования двигателей.

2. Изучить схему внутренних соединений и технические данные магнитного пускателя, действие электрических и механических блокировок, выполненных в магнитном пускателе.

3. Собрать схему реверсивного управления электродвигателем и выяснить назначение каждого элемента.

4. Проверить работу схемы реверсивного управления электродвигателем: Подключить схему к сети трехфазного переменного тока, нажатием кнопки SB1 проверить работу контактора магнитного пускателя. При нажатии кнопки SB1 получает питание катушка K1 магнитного пускателя, замыкаются силовые контакты в главной цепи и статор двигателя присоединяется к сети при прямом чередовании фаз.

5. Заменить направление его вращения, после его разворота нажать кнопку SB2 («назад») и убедиться, что команда выполняется (электродвигатель вращается в обратном направлении). При нажатии кнопки SB2 её размыкающий контакт, установленный в цепи катушки K1, размыкается, благодаря чему реверс электродвигателя может быть произведен без предварительного нажатия кнопки SB3. Чередование фаз при этом меняется на обратное.

6. Нажать кнопку SB3 («стоп»).

7. Проанализировать выполненную экспериментальную часть работы и составить отчет.

IV. Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

6. Название и цель лабораторной работы.

7. Принципиальную электрическую схему управления реверсивным электродвигателем с описанием принципа действия.

8. Порядок проведения лабораторной работы с перечислением этапов.

9. Выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается отличительный признак асинхронного двигателя ?
2. Каковы особенности работы магнитного пускателя при управлении асинхронным двигателем ?
3. Для какой цели совместно с магнитными пускателями применяются тепловые реле ?
4. Как можно изменить направление вращения ротора асинхронного двигателя?
5. В чем состоит неисправность, если при нажатие на кнопку SB1 двигатель включается, а после прекращения нажатия – отключается ?
6. Приведите примеры реверсивного вращения электродвигателя ?

Лабораторная работа № 4

Изучение реле времени .

Цель работы: Изучение устройства и принципа действия реле времени различных типов.

Оборудования и приборы: Лабораторная установка для исследования работы электромагнитного реле времени с пневматической задержкой, электромеханического(часового), программного(моторного) реле времени, которые смонтированы на общем щите.

I. Общие сведения.

В системах автоматического управления различными технологическими процессами, машинами или агрегатами часто приходится осуществлять замедление (задержку) срабатывания или отпускания реле после подачи на его вход командного сигнала.

Известно, что временем срабатывания реле считают промежуток времени от момента включения катушки до момента замыкания контактов. Различают - время срабатывания на включение, протекающее с момента включения катушки до момента замыкания замыкающих контактов; время срабатывания на отключение (время отключения или возврата), протекающее с момента отключения катушки до момента замыкания размыкающих контактов.

Замедление срабатывания (или отпускания) реле, обеспечивающее задержку выходного сигнала после подачи входного, осуществляется электрическими, механическими или конструктивными методами.

При использовании электрических методов в цепь катушки реле включаются резисторы R, конденсаторы C, катушки индуктивности L, а также RC- и RL-цепочки.

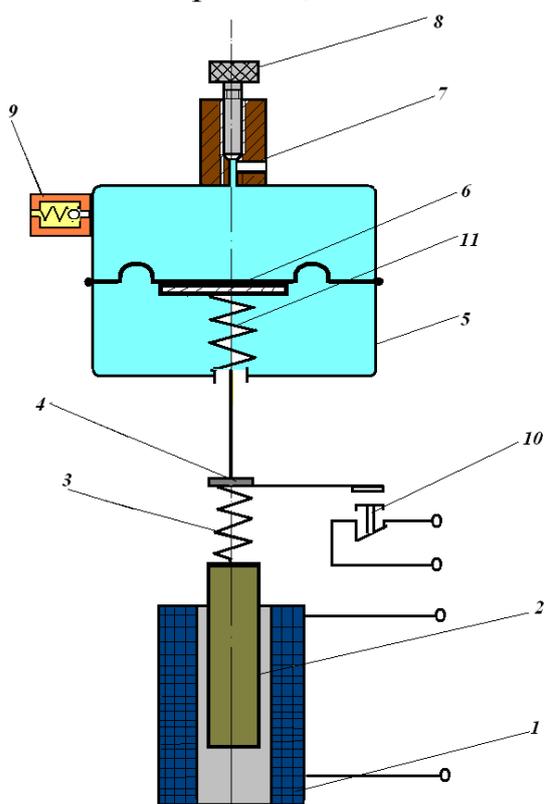
Реле времени (РВ) являются устройствами релейного типа, содержащие в своих конструкциях специальный узел или приспособление, которые при подаче командного сигнала замыкают или размыкают свои контакты через заданный интервал времени, определяя этим время работы других электрических устройств.

Реле времени обычно имеют регулируемую выдержку времени.

Широко применяются электромагнитные реле времени с электромагнитным, пневматическим и различными механическими замедлениями, которые осуществляются устройствами, пристраиваемыми к реле, а также тепловые, программные(моторные), электронные (полупроводниковые) типы

Простейшим примером необходимости применения реле времени может служить пуск электродвигателя большой мощности. Во время пуска двигателя через предохранители проходит пусковой ток в 5- 7 раз превышающий рабочий ток. Когда как, предохранители обычно рассчитываются на величину в 1,5 - 3 раза больше величины рабочего тока. Поэтому с целью предотвращения сгорания предохранителей, последние шунтируются контактами пускового реле

времени. По истечении выдержки времени, реле времени отпускается, предохранители остаются целыми, а цепь включенным. Другим примером использования реле времени в строительной технике могут служить устройства автоматической защиты башенных кранов от опрокидывания под действием веса груза или давления, где ветра устанавливаются реле времени, задерживающие срабатывания автоматической защиты на заданное время порядка 0,5...3 с, что позволяет исключить ложные остановки крана при случайных кратковременных перегрузках. Широко применяются реле времени также в цепях управления пропарочными камерами, конвейерами, автоматическими линиями по производству различных строительных материалов, изделий и т.д.



В данной лабораторной работе изучаются три типа реле времени: пневматическое, электромагнитное (часовое) и программное.

Рис.4.1. Пневматическое реле времени типа РПБ.

Электромагнитное реле времени с пневматической задержкой (пневматическое реле времени) представляет собой устройство, состоящее из приводного механизма электромагнитного типа и пристроенного пневматического механизма задержки. Реле такого типа имеют выдержку времени 0,2—180 с. Они предназначены для использования в цепях переменного тока напряжением 127, 220 В. В зависимости от исполнения эти реле имеют разные наборы контактов: замыкающие, размыкающие с выдержкой времени при замыкании или размыкании, а также наборы мгновенно срабатывающих контактов.

Выдержка времени в реле этого типа определяется длительностью процесса заполнения воздухом специальной камеры, в которой предварительно создается разрежение.

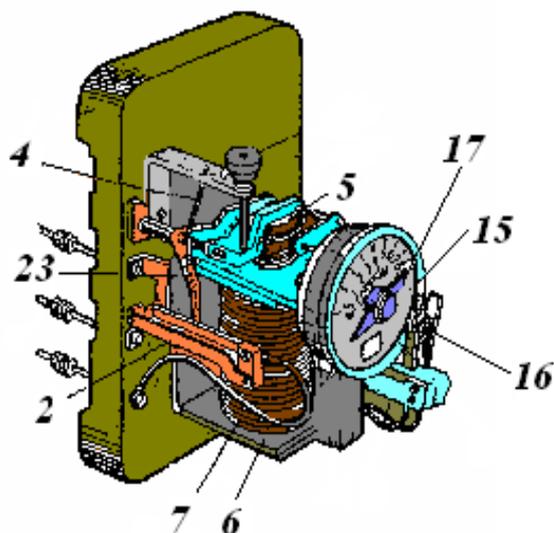
На рис. 4.1 схематично показано устройство пневматического реле типа РПБ.

При подаче напряжения на катушку 1 якорь 2 втягивается в нее и через пружину 3 воздействует на шток 4 пневматической камеры. Камера состоит из корпуса 5, мембрана 6, впускного отверстия 7 с регулировочным винтом 8 и обратного клапана 9. Под действием силы, созданной растянутой пружиной 3, мембрана начинает прогибаться, однако сопротивление воздуха, входящего в камеру через маленькое отверстие 7, замедляет ее движение. После заполнения камеры воздухом шток 4 опускается и нажимает кнопку микровыключателя 10. Время выдержки регулируется винтом 8, изменяющим размер впускного отверстия.

Возврат реле в исходное состояние происходит под действием пружины 11 при снятии напряжения с катушки электромагнита 1.

При этом воздух быстро выходит из камеры через шариковый обратный клапан 9 и система принимает исходное положение без задержки времени.

Электрохимическое реле времени служат для создания выдержки времени при автоматическом регулировании, управлении и сигнализации. Интервал времени от момента подачи напряжения на обмотку реле до момента изменения положения его контактов называется выдержкой времени. Время выдержки в этих реле определяется настройкой часового механизма, состоящего из маятника, системы зубчатых колес, подвижной стрелки и взводящего рычага с пружиной.



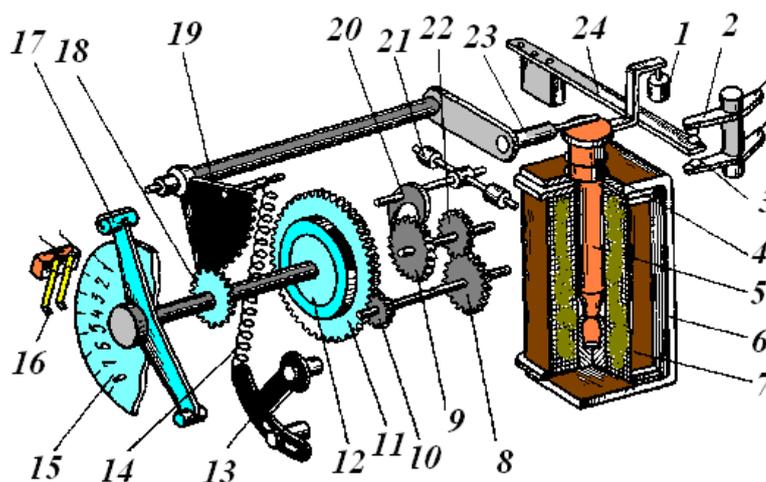
В реле времени ЭВ-132 (рис. 4.2) при подаче напряжения на обмотку 7 якорь 5 через магнитопровод 6 практически мгновенно, преодолевая усилие пружины 4, втягивается и поводком 1 переключает контакты 2, 3, 24 и освобождает палец 23 зубчатого сектора 19 устройства выдержки времени, выполненного в виде часового механизма. Основными элементами часового механизма являются анкерное зубчатое колесо 9 с анкерной скобой 20 и противовесом 21, ведущее колесо 11, сцепление 12, скоба 13, зубчатые колеса 8, 18, 22.

Выдержку времени устанавливают перемещением контакта 16 относительно шкалы 15. Часовой механизм приводится в движение ведущей пружиной 14, усилие которой передается через трубку 10 часовому механизму. Анкерное колесо 9, взаимодействуя с анкерной скобой 20, ступенчато, прерывисто производит отсчет времени, при этом подвижный контакт 17 перемещается к контакту 16, а по истечении выбранной выдержки времени контакты 16, 17 замыкаются.

Рис.4.2.

Электрохимическое реле времени ЭВ-132:

1 - поводок- 2, 3 16, 17,24 - контакты; 4 - возвратная пружина; 5 - якорь; 6 - магнитопровод; 7 - обмотка; 8, 18, 22 - зубчатые колеса; 9 - анкерное колесо- 10 - трибка; 11 - ведущее колесо; 12 - сцепление; 13 - скоба; 14 - ведущая пружина; 15 -



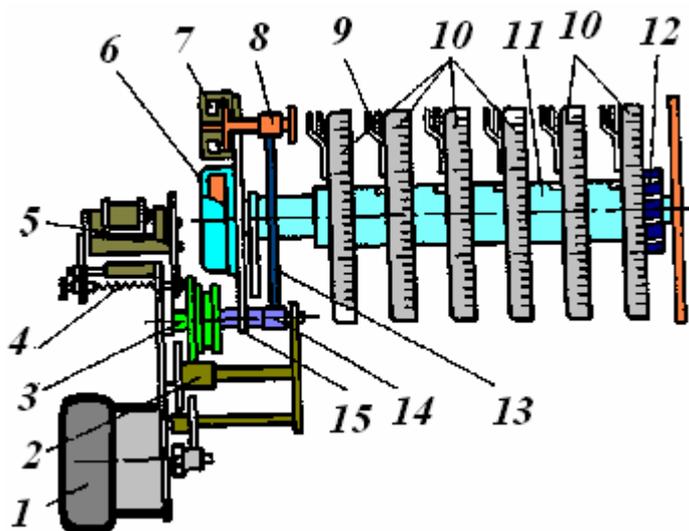
шкала; 19 - сектор; 20 - анкерная скоба; 21 - противовес; 23 – палец

Программное(моторное) реле времени обеспечивает получение различных регулируемых выдержек времени по нескольким выходным цепям, что позволяет применять реле при программном управлении. В моторном реле времени основным элементом является синхронный двигатель, придающее прямолинейное, равномерное вращение валу на котором закреплены кулачки, замыкающие и размыкающие в заданные моменты времени группы электрических контактов. Регулирование выдержки времени этих реле осуществляется изменением передаточного числа редуктора и положения кулачков. Программное реле времени серии ВС-10 с синхронным электродвигателем имеет пределы выдержки времени от 2 сек до 24 часов. Число выходных цепей равно трем или шести.

Более совершенными устройствами для осуществления программного управления периодическими технологическими процессами являются командные электропневматические приборы (КЭП) или многоцепные командные приборы (МКП), которые могут управлять 12 электрическими или пневматическими цепями.

На рис.4.3 схематически показано устройство программного (моторного) реле времени типа ВС-10 (аналог Е – 58) представляющий собой электромеханическое устройство с приводом от синхронного электродвигателя 1. Вращение двигателя передается кинематическому узлу, который состоит из редуктора 2, сцепления 3 и системы шестеренок. Трибка 14 вращает при помощи шестерни 13 одновременно все диски 10 со шкалой, одновременно входя в зацепление с трибкой 8. Через установленные интервалы времени упор 9 шкалы переключает электрические контакты реле. В зависимости от модификации реле может иметь от трех до шести барабанов выдержек времени и такое же количество независимых контактных групп. Реле также состоит из электромагнита 5, возвратной пружины 6, тормоза 7, втулки 11 и диска сцепления 15.

Рис. 4.3. Кинематическая схема программного реле времени ВС-10.



1 - электродвигатель; 2 - редуктор; 3 - сцепление; 4, 6 - возвратная пружина; 5 - электромагнит; 7-тормоз; 8, 14 - трибки; 9 - упор; 10 - диски со шкалой; 11 - втулка; 12 - зажимная гайка; 13 - шестерня; 15 - диск сцепления.

Установка времени срабатывания контактных групп производится перемещением барабанов выдержки времени при отпущенном положении зажимной гайки 12. При отключении напряжения диски 10 под действием возвратной пружины 4 возвращаются в исходное положение.

В реле времени постоянного тока с электромагнитной задержкой замедление времени срабатывания (отпускания) достигается за счет регулирования выдержки времени, путем изменения толщины немагнитной прокладки (электромагнитного демпфирования), которое осуществляется с помощью специальной короткозамкнутой обмотки или медной, латунной или алюминиевой гильзы, размещаемой на магнитопроводе реле и изменения натяжения противодействующей пружины.

В первом случае, изменяется результирующая магнитная проводимость системы и постоянная времени. Чем тоньше немагнитная прокладка, тем больше магнитная проводимость и постоянная времени. Выдержка времени при этом увеличивается. При изменении сопротивления короткозамкнутых гильз или шайб также изменяется постоянная времени: чем меньше сопротивление гильз, тем больше выдержка времени.

Во втором случае, изменяется электромагнитная сила (соответственно и магнитный поток), при которой якорь отпадает. Если пружина ослаблена, то поток отпадения меньше, чем при затянутой пружине, а время отключения больше.

Выдержка времени составляет 0,15-10 с и зависит от толщины немагнитной прокладки между якорем и сердечником или натяжения пружины.

Электронные (полупроводниковые) реле времени (ЭРВ) представляют собой сочетание лампового или полупроводникового усилителя, на входе которого включается RC - цепочка, а на выходе — электромагнитное реле.

RC - цепочку используют для задержки входного сигнала, который после усиления подается на выходное реле. Существует много схем ЭРВ на постоянном и переменном токе, использующих как заряд, так и разряд конденсатора.

Таким образом, реле времени предназначены для включения или выключения различных механизмов в заданные моменты времени.

II. Описание лабораторной установки.

Лабораторная установка позволяет исследовать работу трех типов реле времени - электромагнитного реле времени с пневматической задержкой, электромеханического(часового), программного(моторного) реле времени, которые смонтированы на общем щите и с помощью коммутирующей аппаратуры могут поочередно подсоединяться к источнику сетевого напряжения и электросекундомеру, измеряющему время срабатывания реле (рис.4.4). Сетевое питание установки включается тумблером ВК. Перед началом измерения переключатель П устанавливают в положение, соответствующее выбранному реле, а стрелку секундомера устанавливают на ноль с помощью рычага, расположенного на его корпусе. При нажатии кнопки В включается промежуточное реле РП, блокирующее кнопку В и включающее одновременно соответствующее реле времени и электросекундомер ЭС. По истечении заданного промежутка времени замедленный контакт реле времени размыкается и выключает реле РП. При этом секундомер останавливается и вся схема возвращается в исходное состояние.

Рис.4.4. Общий вид лабораторной установки.

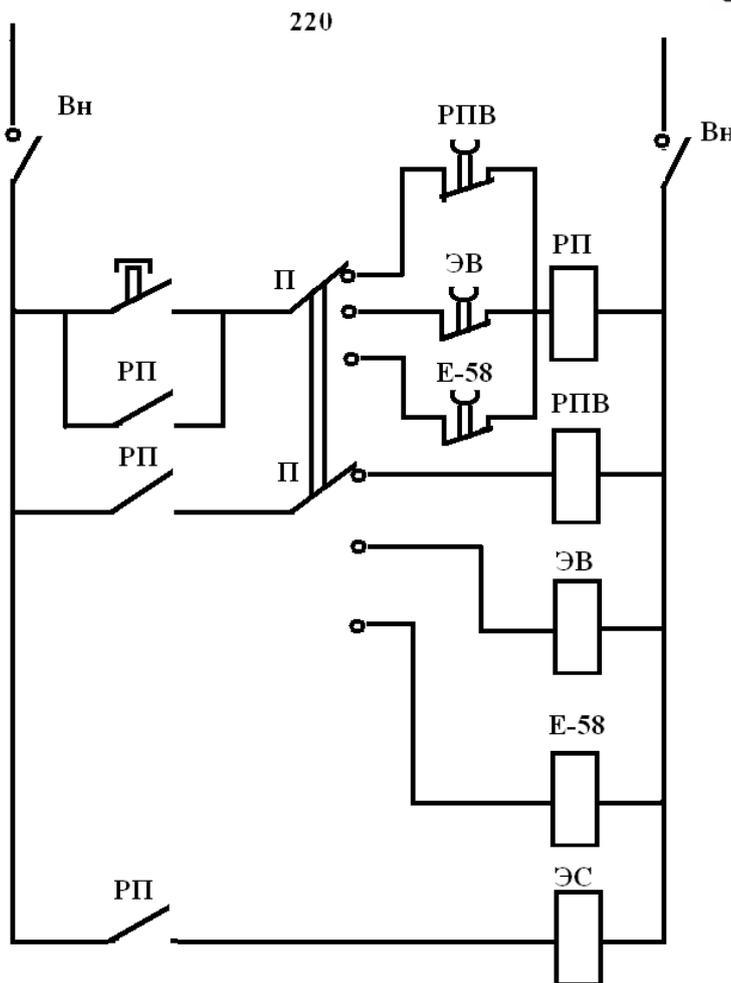


Рис. 4.5. Электрическая схема установки.

выполнения работы.

III. Последовательность

1. Изучить основные теоретические сведения об устройстве и принципе действия реле времени - пневматического, электромеханического и программного типов.
2. Изучить устройство и электрическую схему лабораторной установки, методику выполнения работы.
3. Установить выдержку времени на каждом из исследуемых реле по заданному варианту.

Время выдержки (сек)

Таблица 3.

№ варианта реле	1	2	3	4	5
<i>Пневматическое</i>	3	7	17	10	20
<i>Часовое</i>	1, 5	6,5	5,0	4,0	6,0
<i>Моторное</i>	10	20	40	35	55

4. Включить лабораторную установку, установить переключатель П в положение, соответствующее выбранному типу реле.

5. Привести стрелку секундомера в нулевое положение и нажатием кнопки В подать напряжение питания на выбранное реле времени. После срабатывания замедленного контакта реле определить по секундомеру фактическую выдержку времени.

6. Опыты с каждым реле повторить 5...8 раз, результаты записать в таблицу и найти среднее значение и систематическую ошибку выдержки времени для каждого реле.

7. Оформить отчет.

IV. Составление отчета о проделанной работе.

Отчет должен содержать :

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Принцип действия одного из типов реле времени.
3. Устройство и электрическую схему установки.
4. Порядок проведения лабораторной работы с перечислением этапов.
5. Таблицы результатов наблюдений и расчеты.
6. Выводы.

Контрольные вопросы.

1. Для чего предназначены реле времени ?
2. Что называется временем срабатывания реле ?
3. Какими методами осуществляется замедление срабатывания (отпускания) реле ?
4. Что такое электромагнитное демпфирование применяемый в реле времени с электромагнитной задержкой ?
5. Чем определяется выдержка времени в электромагнитном реле времени с пневматической задержкой ?
6. Чем определяется выдержка времени в электромеханическом реле часовым механизмом ?
7. В чем состоит принцип действия электромеханического реле с часовым механизмом ?
8. Для чего предназначены программные (моторные) реле времени ?
9. Какие конструктивные отличия имеет моторное реле времени от часовых ?

10. Как в моторных реле времени производится установка времени срабатывания контактных групп ?

11. Как производится включение выбранного реле времени на лабораторной установке?

12. Приведите примеры промышленного использования реле времени.

Лабораторная работа № 5

Изучение многоцепного командного прибора МКП.

Цель работы: изучение аппаратуры циклового управления электрическими устройствами с помощью многоцепного командного прибора МКП.

Оборудования и приборы: Лабораторная установка имитирующее технологию изготовления бетонного раствора и управляемая с помощью многоцепного командоаппарата МКП.

I. Общие сведения.

Для управления производственными машинами и механизмами, действующими периодически, и заданной по времени последовательности, применяются различные реле времени и командоаппараты. На предприятиях стройиндустрии для управления технологическими процессами наибольшее распространение получили командоаппараты МКП, КЭП-12У и др.

Для наглядности приведен пример применения командных приборов в схемах автоматического управления процессом изготовления бетонных растворов(смесей). Основными функциональными элементами бетоносмесительного узла являются – ленточный питатель, приемные бункера (песка, щебня, воды, цемента), дозаторы, сборная воронка и смесители. Заполнители со склада подают по ленточным питателям (транспортерам), в приемные бункера бетоносмесительного цеха.

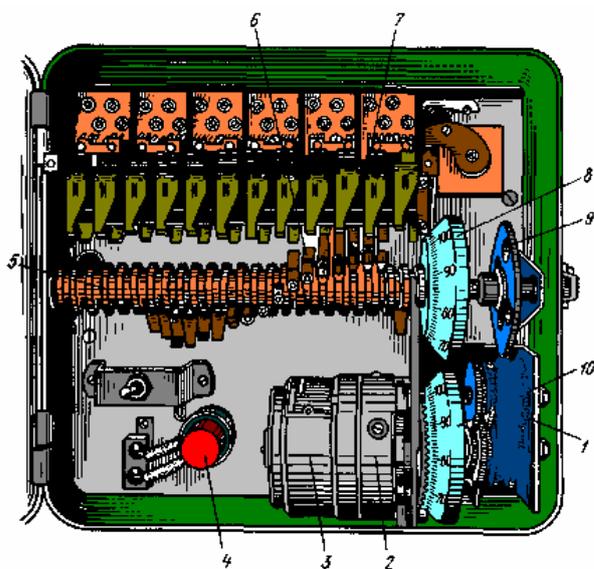


Рис. 5.1. Многоцепной командный прибор типа МКП:

1 - внешний редуктор; 2 - встроенный редуктор; 3 - синхронный двигатель; 4 - сигнальная лампа; 5 - программный барабан; 6 - кулачки; 7 - контактные пары; 8 - верхний колокол; 9 - скользящая шестерня; 10 - нижний колокол

Специальный распределительный ленточный транспортер надбункерного отделения автоматически распределяет заполнители по приемным бункерам. После взвешивания и дозирования все компоненты поступают в сборную воронку, перемешиваются и готовый раствор через смесители подаются для дальнейшего использования по технологической цепочке. Все механизмы бетоносмесительного узла действуют циклически и в строгой последовательности в соответствии с технологической картой. Для управления включением и выключением механизмов по определенной программе наиболее практичным являются командные приборы типа МКП и

КЭП -12У.

Принцип действия, например, многоцепного командного прибора МКП (рис. 5.1) состоит в том, что вращение синхронного двигателя 3 передается оси программного барабана 5 через встроенный 2 и внешний 1 редукторы. Скользящая шестерня 9 может придавать верхнему 8 и нижнему 10 колоколу четыре положения, благодаря которым продолжительность времени выдержки изменяется в широких пределах — от 30 с до 24 ч. Программу работы задают, придавая кулачкам 6 на оси барабана 5 определенные положения. Кулачки 6 работают попарно: одни замыкают, другие размыкают контакты, которые осуществляют программное управление машинами и механизмами, через контактные пары 7. Сигнализация о работе прибора осуществляется лампочкой 4.

II. Настройка прибора и работа с установкой

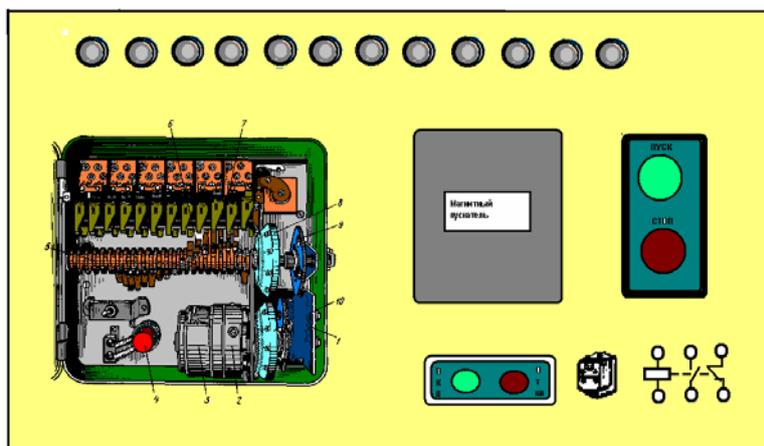
Для настройки прибора необходимо выключить установку от сети, открыть крышку командоаппарата, установить требуемую длительность цикла T и закрепить кулачки на распределительном валу в соответствующие позиции.

По заданной длительности цикла $T_{ц}$ с помощью таблицы 4 определяем требуемое положение скользящей шестерни 9 и колокола редуктора 10 и устанавливаем их на приборе.

Рассчитываем положение замыкающих и размыкающих кулачков на валу прибора для каждого контакта по формуле:

$$A = \frac{T_{ni}}{T} \cdot 100$$

и закрепляем кулачки в этих положениях. При установке кулачков используем колокол 8, шкала которого разделена на 100 делений.



Колокол устанавливаем требуемым делением против стрелки, кулачек отодвигаем до упора в защелку контакта и закрепляем. Аналогично

настраиваем остальные кулачки. Для облегчения вращения распределительного вала скользящую шестерню нужно временно расцепить.

Следует иметь ввиду, что левый кулачек (длинный) размыкает контакт, а правый (короткий) замыкает.

Самый первый размыкающий кулачек, управляющий контактом K_1 и остановкой командоаппарата, закрепляют установив колокол в нулевое положение.

Закончив настройку прибора нажатием кнопки "Пуск" подают питание на установку. Затем, включают тумблер ВК и кнопкой К включают соленоид Г, который замыкает контакт K_1 и запускает прибор.

Время срабатывания лампочек и фактическую длительность цикла определяют с помощью секундомера. Для наглядности моменты срабатывания контактов показывают в виде циклограмм (рис.5.3).

рис. 5.3

Ц и к л о г р а м м а

№ контакта	Продолжительность
1	
2	
3	
4	
5	

1,0 2,0 3,0 4,0 5,0 6,0 Тц(мин)

III. Последовательность выполнения работы.

1. Изучить основные теоретические сведения, устройство многоцепного командного прибора, лабораторной установки и методику настройки прибора.

2. По заданному варианту провести настройку длительности цикла и времени срабатывания первых четырех контактов прибора.

Таблица 4

Время в минутах.

Вариант №	$T_{ц}$	T_{H1}	T_{O1}	T_{H2}	T_{O2}	T_{H3}	T_{O3}	T_{H4}	T_{O4}
1	0,70	0,10	0,21	0,63	0,65	0,50	0,70	0,32	0,55
2	3,5	0,2	2,1	1,3	2,6	3,2	3,4	0,9	1,8
3	2,9	1,1	2,1	0,8	1,7	0,5	2,1	1,8	2,0
4	4,0	2,5	3,5	1,4	3,6	3,7	3,8	1,7	3,9

3. Включить прибор и с помощью секундомера замерить фактические значения времени срабатывания контактов и длительность цикла. Опыт повторить 3-5 раз, Данные записать в таблицу и найти среднее значения результатов измерений.

4. Провести статистическую обработку результатов наблюдений, найти доверительные интервалы для измеряемых величин, а также величину систематической ошибки, как разности между заданными и фактическим

средним значениями

5. Построить циклограмму работы настраиваемых контактов.
6. Оформить отчет.

IV. Составление отчета о проделанной работе.

Отчет должен содержать :

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Электрическую схему установки.
3. Порядок проведения лабораторной работы с перечислением этапов.
4. Таблицы результатов наблюдений и расчеты.
5. Циклограмму работы настраиваемых контактов.
6. Выводы.

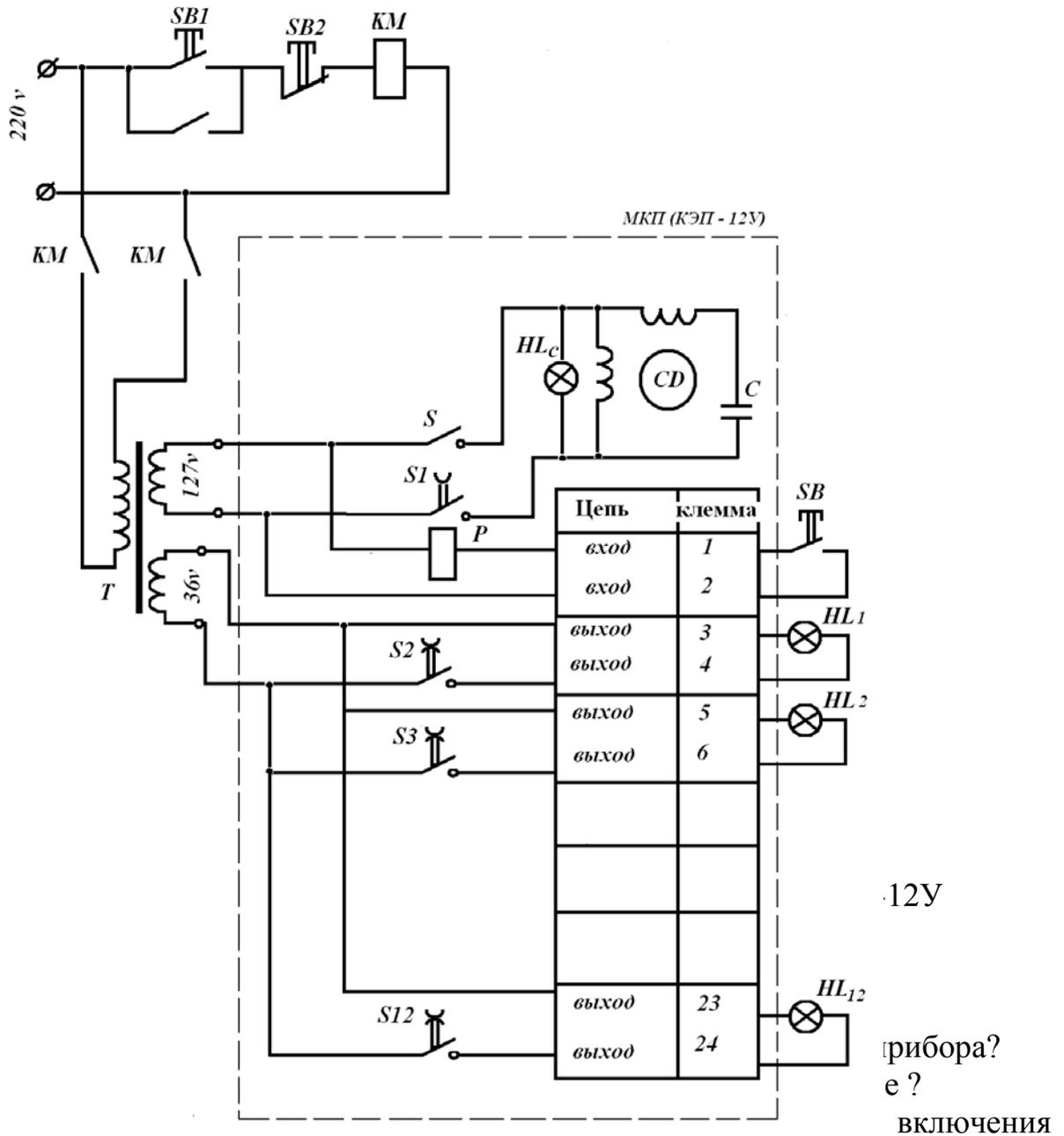
Продолжительность цикла многоцепного командного прибора МКП .

Таблица 5

Деление шкалы колокола редуктора	Положение скользящей шестерни (считая от двигателя)							
	I		II		III		IV	
	мин.	сек.	мин.	сек.	мин.	сек.	мин.	сек.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	-		2	51	17	51	111	27
6	-		2	55	18	15	113	35
8	-		2	59	18	39	116	22
10	-		3	03	19	03	118	57
12	-	29,8	3	07	19	29	121	37
14	-	30,6	3	11	19	57	124	31
16	-	31,3	3	16	20	25	127	40
18	-	32,0	3	20	20	55	130	37
20	-	32,9	3	26	21	26	133	49
22	-	33,7	3	31	21	59	137	15
24	-	34,6	3	36	22	34	140	53
26	-	35,6	3	42	23	10	144	38
28	-	36,5	3	48	23	49	148	42
30	-	37,6	3	55	24	31	152	59
32	-	38,6	4	02	25	14	157	29
34	-	39,8	4	09	25	59	162	12
36	-	41,1	4	17	26	47	167	14
38	-	42,4	4	25	27	40	172	41
40	-	43,8	4	34	28	36	178	29
42	-	45,3	4	43	29	34	184	34
44	-	46,9	4	54	30	39	191	12
46	-	48,7	5	04	31	48	198	
48	-	50,5	5	16	32	59	206	
50**	-	52,6	5	29	34	18	214	

** остальные значения (для № 51....100) не приводятся, т.к в данной

работе не используются.



1. В
2. В ч
3. Дл
4. К
(в
5. Приведите примеры технологических процессов, где можно использовать многоцепной командный прибор?

Лабораторная работа № 6

Определение характеристик фотоэлектрических датчиков.

Цель работы: Ознакомление с параметрами и изучение принципов действия и устройств фотодатчиков и фотореле различных типов, определение характеристик.

Оборудование и приборы: фотосопротивления ФСК-1, фотореле ФР-1, установка для снятия их характеристик.

I. Общие сведения.

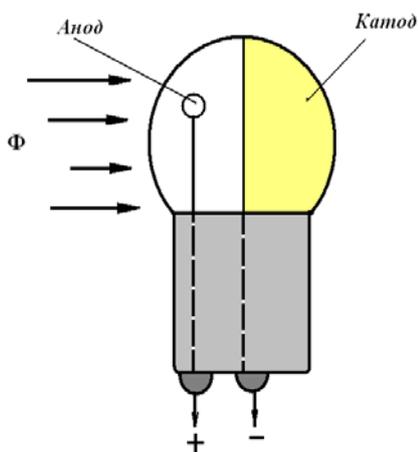
Фотодатчики представляют собой приборы, реагирующие на световое излучение изменением электрического сопротивления (фоторезисторы, фотоэлементы с внешним фотоэффектом) или появлением разности потенциалов (фотодиоды, фототранзисторы).

Фотодатчики (оптические датчики) применяются в автоматике для решения различных задач, например для измерения освещенности, мутности раствора, уровня жидких и сыпучих материалов, подсчета деталей на конвейере и для многих других целей.

Различают три типа фотоэлементов: с внешним фотоэффектом, с внутренним фотоэффектом и с запирающим слоем (вентильные).

Фотодатчик состоит из излучателя и приемника излучения. В качестве излучателей используются специальные лампы накаливания с точечным или линейным излучателем, ртутные точечные лампы, лампы дневного света и др. Приемники излучения могут быть вакуумными, газонаполненными и полупроводниковыми.

Рис.6.1. Фотоэлемент с внешним фотоэффектом.



Фотоэлемент с внешним фотоэффектом (вакуумный) представляет собой наполненный инертным газом - аргоном стеклянный баллон или лампу, на внутреннюю часть которых нанесен светочувствительный слой из полупроводникового материала (сурьма, цезий), являющийся катодом К (рис.6.1). Внутри баллона установлен также второй электрод в виде кольца - анод А. Световые лучи, попадая на поверхность катода вызывают эмиссию электронов, под действием напряжения питания $U_{пит}$ устремляющихся к аноду. Таким образом, в

цепи анод—катод возникает электрический ток, ила которого зависит от величины светового потока.

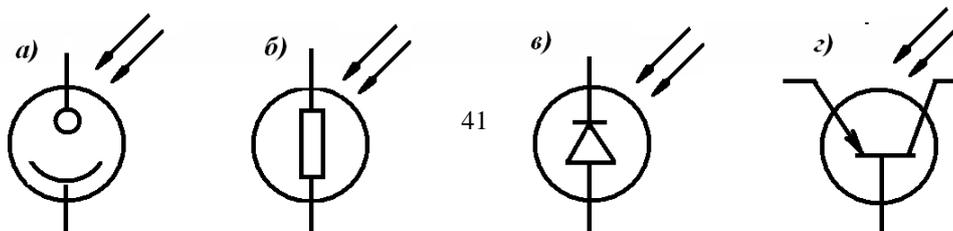


Рис. 6. 2. Условные обозначения фото датчиков:

а - с внешним фотоэффектом; б- фоторезистор; в - фотодиод; г- фототранзистор.

Внутренний фотоэффект проявляется в перераспределении электронов в веществе под действием светового потока. Фотоэлементы, основанные на внутреннем фотоэффекте, называются фотосопротивлениями (фоторезисторами).

Фоторезисторы (рис. 6.2,б) состоят из слоя полупроводникового вещества, которое под действием светового потока Φ меняет свое электрическое сопротивление R_{ϕ} , вследствие чего изменяется и ток I_{ϕ} , проходящий через нагрузочное сопротивление R_n :

где U - напряжение питания.

$$I_{\phi} = \frac{U}{R_{\phi} \setminus R_n}$$

Чувствительность фотосопротивления оценивается коэффициентом чувствительности S_{ϕ} , определяемое по его световой характеристике $I_{\phi} = f(\Phi)$ [mA/лм]

С увеличением светового потока S_{ϕ} чувствительность фотосопротивления уменьшается, а величина фототока стабилизируется и становится независимым от величины приложенного напряжения. По характеристике $I_{\phi} = f(\Phi)$ сопротивления эта точка называется порогом чувствительности, а величина тока током насыщения.

К вентильным фотоэлектрическим преобразователям относятся фотодиоды и фототранзисторы, принцип действия которых основан на вентильном эффекте. Вентильные фотоэлементы преобразовывают световую энергию в электрическую.

В фотодиодах и фототранзисторах (рис. 6.2, в, г) свет воздействует на полупроводниковые $p-n$ переходы, вызывая генерацию в них электрической разности потенциалов и изменяя проводимость переходов.

Свойства фотодатчиков определяются рядом параметров и характеристик, важнейшими из которых являются световая, вольт-амперная характеристики и чувствительность.

Световой характеристикой называется зависимость выходной величины (фототока) фотоэлектрического преобразователя от светового потока (освещенности).

Вольт-амперной характеристикой называют зависимость фототока от приложенного напряжения при постоянном значении светового потока.

В данной лабораторной работе исследуется работа фоторезистора типа ФСК-I (серно-кадмиевого).

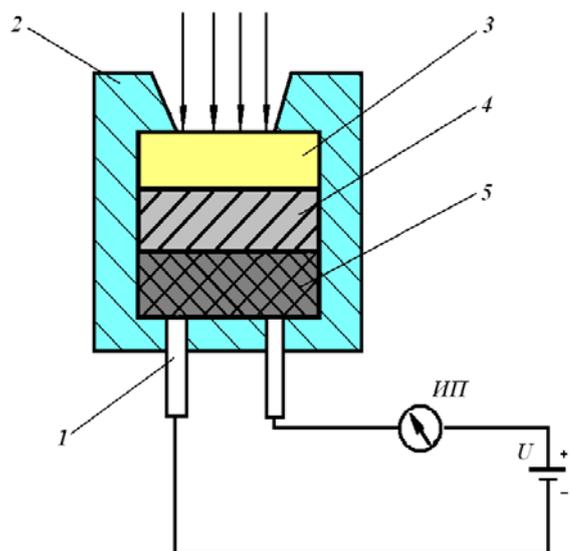


Рис. 6.3. Фотосопротивление.

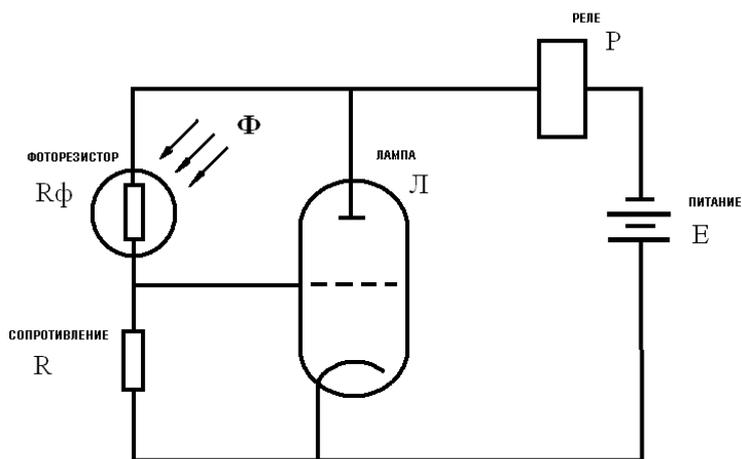
1 – Металлические электроды, 2 – основание, 3-стекло, 4- слой полупроводника, 5 –стеклянная пластина.

Конструктивно фотосопротивление представляет собой пластмассовое основание 2 (рис.6.3), стеклянную пластину 5, на которую нанесен слой светочувствительного полупроводникового материала 4 (селена, кадмия сульфида, таллия сульфида, сернистого свинца и т.п.), металлические электроды 1 и стекло 3, через которое

проходит световой поток на полупроводниковый слой.

При освещении некоторых полупроводников из имеющихся в них атомов выбиваются электроны и в веществе появляются свободные носители зарядов, а следовательно, увеличивается и электропроводность. Поэтому с увеличением освещенности электрическое сопротивление таких полупроводников падает. Наиболее распространены фоторезисторы серносвинцовые (ФС-А), сернистобисмутовые (ФС-Б), сернокадмиевые (ФС-К) и др.

При быстрых изменениях величины светового потока датчик не успевает полностью изменить свое сопротивление, т.е. проявляется инерционность физических процессов, происходящих в датчике. Поэтому при подборе датчиков важно учитывать не только статические, но и динамические свойства. Сигналы от фотодатчиков обычно имеют малую величину и недостаточны для срабатывания



исполнительных механизмов. Для усиления и преобразования этих сигналов применяются усилители и реле.

На рис.6.4 показана упрощенная схема электронно-лампового фотореле.

В анодную цепь электронной лампы Л включено электромагнитное реле Р. Соотношение сопротивления фотодатчика R_{ϕ} и резистора R подобрано так, что при отсутствии

освещения потенциал сетки близок и потенциалу катода и анодный ток лампы весьма мал.

При освещении фоторезистора его сопротивление уменьшается, на сетке возрастает положительный потенциал, ток в лампе становится достаточным для срабатывания реле Р.

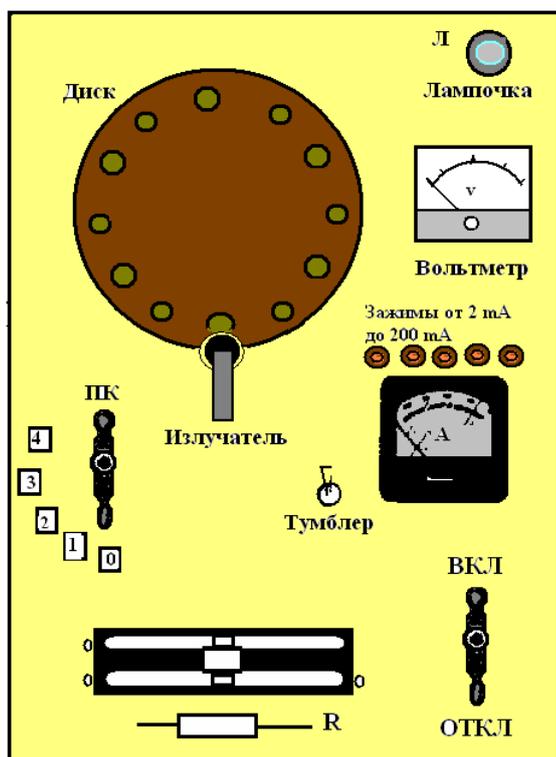
II. Описание лабораторной установки.

Лабораторная установка позволяет исследовать работу фоторезистора ФСК – 1, включенного в цепь полупроводникового фотореле ФР- 1, как в статическом, так и в динамическом режимах (рис.6.5).

Световой поток, создаваемый излучателем (лампочкой Л₁) проходит через отверстия диска Д и попадает на фоторезистор ФСК-1. Сила тока, протекающего через фоторезистор контролируется миллиамперметром mA с ценой деления шкалы 0,02 mA. Если фотореле ФР-1 срабатывает, то

контрольная лампочка Л₂ гаснет и, наоборот, при выключении ФР-1 загорается

Рис. 6.5. Общий вид лабораторной установки.



Освещенность можно менять переключателем ПК, подавая на лампочку Л₁ различное напряжение. Цифровые значения зависимости освещенности Е от напряжения U можно получить из тарировочного графика (рис.6.7).

Для изучения работы фотодатчика в динамическом режиме диск с отверстиями Д приводится во вращение электродвигателем РД, скорость которого можно регулировать реостатом R . При этом создается световой поток, пульсирующий с частотой

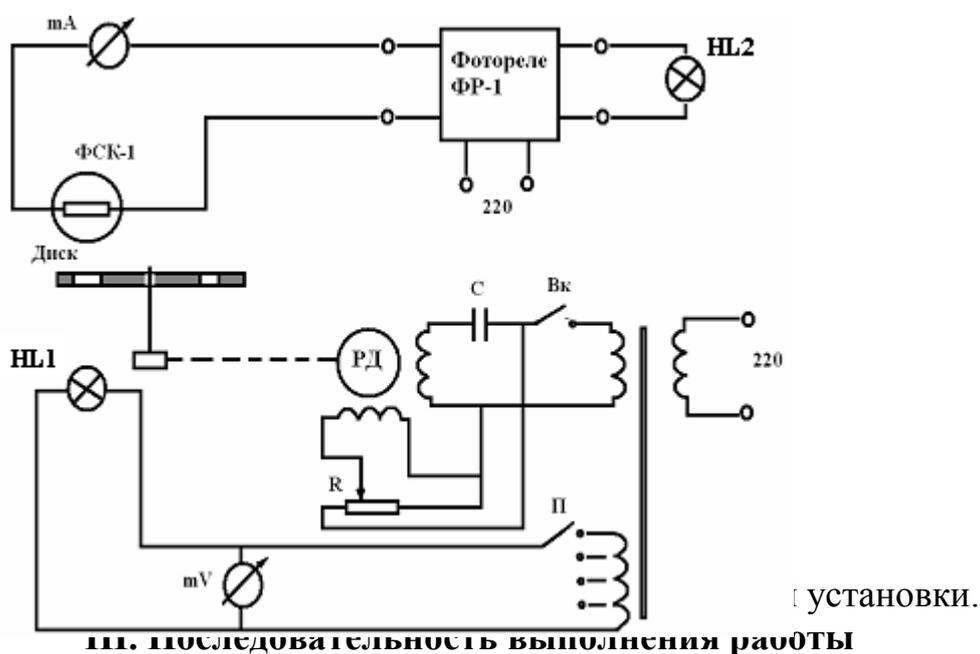
$$f = n K,$$

где: K - число отверстий на диске (

K = 12), n- число оборотов диска в единицу времени.

При малой скорости вращения диска сопротивление датчика меняется от минимального до максимального значения и контрольная лампочка НЛ₂ включается и выключается. При большой частоте пульсаций сопротивление датчика не успевает полностью изменяться и мигания лампочки НЛ₂ прекращается.

Меняя скорость вращения диска можно найти предельную частоту срабатывания фотореле.

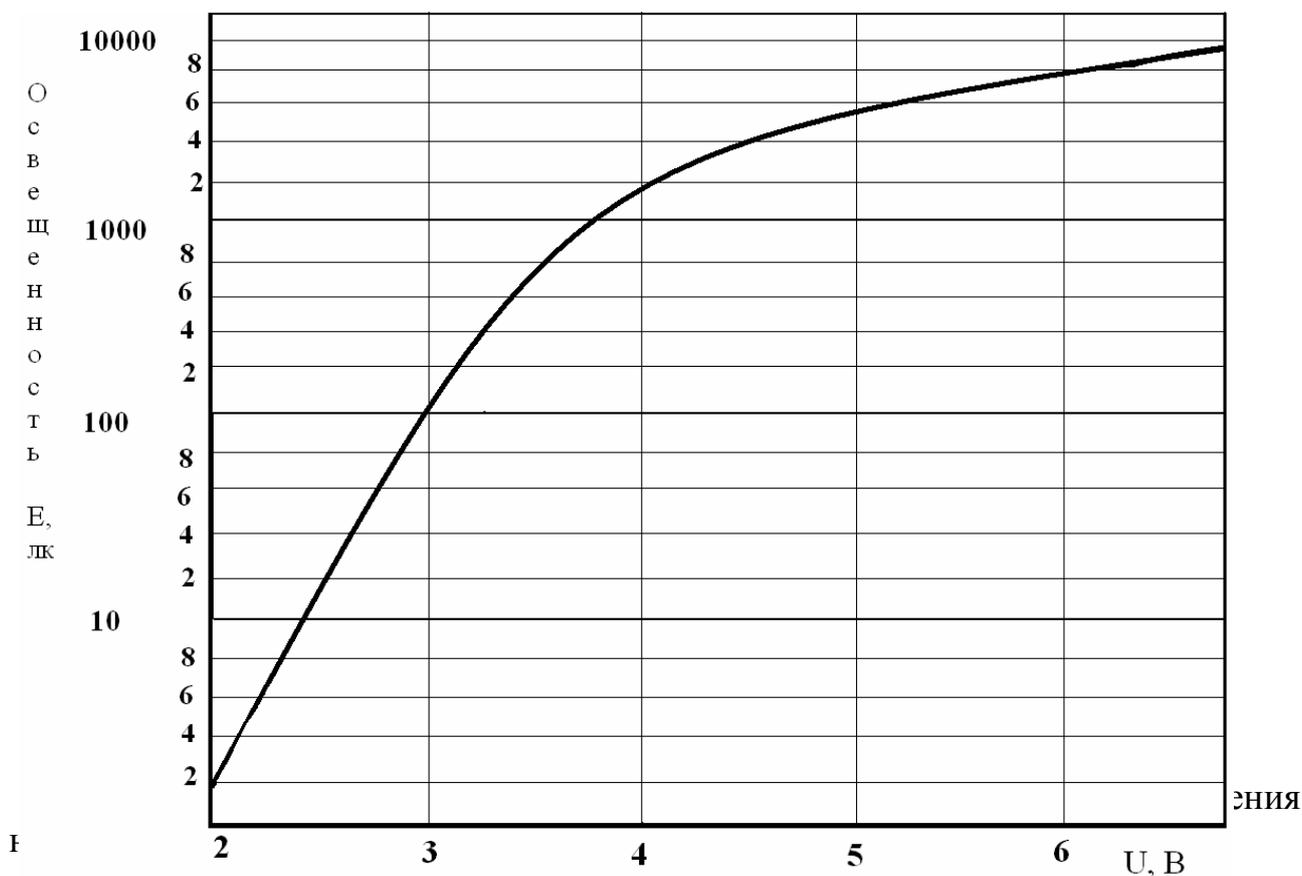


1. Изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, ознакомиться с описанием лабораторной установки, выяснить цель работы и способы ее достижения, ознакомиться с последовательностью выполнения работы.

2. Включить лабораторную установку. Диск с отверстиями установить неподвижно так, чтобы свет от лампочки излучателя попадал на фотосопротивление.

3. Меняя с помощью переключателя ПК напряжение на осветительной лампочке, снять статическую характеристику фотосопротивления, т.е зависимость силы тока от освещенности, Освещенность можно определить по величине напряжения на осветителе с помощью тарировочного графика (рис.6.7). Построить график статической характеристики.

4. Включить привод вращения диска и меняя реостатом R его скорость определить предельную частоту пульсации светового потока $f_{вр}$, при которой фотореле уже не успевает срабатывать (прекращаются мигания контрольной лампочки Л₁). Опыт повторить пять раз и провести статическую обработку результатов 5. Оформить отчет.



IV. Составление отчета о проделанной работе.

Отчет должен содержать :

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Назначение и принцип действия фотосопротивлений.
3. Описание лабораторной установки и его общий вид.
4. Порядок проведения лабораторной работы с перечислением этапов.
5. Таблицы результатов опытов и расчеты.
6. Выводы.

Контрольные вопросы.

1. Что представляют собой фотоэлементы ?
2. Какие виды фотоэлементов вы знаете ?
3. В чем состоит принцип работы фотоэлемента с внешним фотоэффектом ?
4. Какой вид имеет вольтамперная характеристика фоторезистора?
5. Какова зависимость вида характеристики от светового потока?
6. Какие приборы применяются для снятия характеристики фоторезистора?
7. Как изменяется сопротивление фоторезистора при попадании на него световых лучей ?
8. На чем основывается принцип работы фотодиодов и фототранзисторов?
9. Приведите примеры промышленного использования фотодатчиков?

Лабораторная работа № 7

Измерение деформаций и сил с помощью тензометрических датчиков.

Цель работы: Изучение принципа действия и исследование аппаратуры для измерения сил и деформаций.

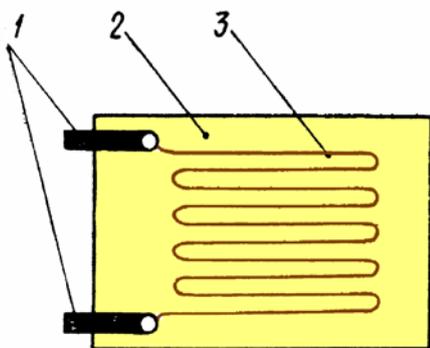
В процессе выполнения работы студенты изучают методы измерения упругих деформаций с помощью груза на рычаге тензометрической балочки, овладевают навыками работы с тензостанциями и строят тарировочный график зависимости показаний измерительного прибора от величины деформаций.

Оборудования и приборы: Тензостанция ТММ-3, тензометрическая балочка с нагружающим устройством, тензодатчик проволочный из константана.

I. Общие сведения.

Тензометрические датчики применяют для измерения упругих деформаций (измерения растяжения или сжатия тел), а также для измерения крутящих и изгибающих моментов, возникающих на поверхности различных деталей при их механической нагрузке. В основу работы их положен тензоэффект, заключающийся в изменении активного сопротивления проводника под действием механических напряжений и деформаций. Тензодатчики, используемые в автоматическом контроле, дают возможность следить за деформациями и напряжениями при статических и динамических нагрузках.

Рис.7.1. Проволочный тензодатчик.



Основным элементом проволочного тензодатчика является константановая проволока диаметром 0,015—0,05 мм, сложенная в виде петлеобразной решетки (спирали) между двумя склеенными полосками тонкой бумаги или пленки (рис. 7. 1). Для измерения деформации чувствительный элемент(проволока) 3 с бумажной подложкой 2 прикрепляют к поверхности исследуемой детали с помощью специальных смол. К концам проволоки прикрепляют выводы 1, изготовленные из медной фольги, при помощи которых тензопреобразователь подключают к измерительной схеме.

При растяжении или сжатии детали приклеенная проволока, сопротивление которой вычисляют по формуле

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

также будет растягиваться или сжиматься, при этом изменяются

геометрические размеры проволоки: длина l , площадь поперечного сечения S , удельное сопротивление ρ , в следствие чего сопротивление проволоки увеличивается. Изменение этого сопротивления будет пропорционально деформации и является выходной величиной датчика.

Относительное изменение длины проволоки вызывает пропорциональное ему относительное изменение проволоки, т.е

$$\frac{\Delta R}{R} = K \frac{\Delta l}{l}$$

Эта зависимость является коэффициентом относительной тензочувствительности.

Коэффициент относительной тензочувствительности может быть представлен также в виде:

$$K = 1 + 2\mu,$$

где μ - коэффициент Пуассона, характеризующий связь продольной и поперечной деформаций для металлов имеет значения 0,24 - 0,4 .

Следовательно, значение коэффициента тензочувствительности K для большинства металлов не должно выходить за пределы 1,48 - 1,8. Однако значения K для различных материалов, определенные экспериментально, выходят за указанные пределы как в ту, так и в другую сторону. Это свидетельствует о том, что при деформации проводника помимо изменения геометрических размеров изменяются и его свойства, в частности удельное сопротивление ρ . Для тензодатчиков, выпускаемых промышленностью, используется константановая, нихромовая, никелевая или фехралевая проволока с тензочувствительностью $K = 1,7 - 2,9$.

В технике измерения неэлектрических величин тензорезисторы используются в двух вариантах. Первый — использование тензоэффекта проводника, находящегося в состоянии объемного сжатия, когда естественной входной величиной преобразователя является давление окружающего его газа или жидкости. На этом принципе строятся манометры для измерения высоких и сверхвысоких давлений, преобразователи которых представляют собой катушку провода (обычно манганинового) или полупроводниковый элемент (чаще всего германиевый или кремниевый), помещенные в область измеряемого давления (жидкости или газа). Выходной величиной преобразователя является изменение его активного сопротивления.

Второй вариант — использование тензоэффекта растягиваемого или сжимаемого тензочувствительного материала. При этом тензорезисторы применяются в виде «свободных» преобразователей и в виде наклеиваемых.

«Свободные» тензопреобразователи состоят из тензорезистора в виде одной или ряда проволок, закрепленных по концам между подвижной и неподвижной деталями и, как правило, выполняющих одновременно роль упругого элемента. Входной величиной таких преобразователей является весьма малое перемещение подвижной детали.

Длина одной петли проволоки называется базой тензодатчика, величина

которой колеблется от 2 до 200 мм и более. При измерениях с помощью тензодатчиков допустимые относительные деформации не должны превышать 0,3 %, так как при большей деформации проволока может оборваться. Тензодатчики обладают сопротивлением от 30 до 500 Ом. Максимальная допустимая температура для датчиков с пленочной основой составляет до 550°C, а для стеклоглеродистых 1000 °С.

Кроме наиболее распространенной петлевой конструкции проволочных тензорезисторов существуют и другие. При необходимости уменьшения измерительной базы преобразователя (до 3—1 мм) его изготавливают двухслойным. Достоинство проволочных тензодатчиков—простота конструкции, практически безынерционность, недостаток — малая чувствительность (при работе сопротивление тензодатчика изменяется не более чем на 0,3%).

Когда надо получить от цепи с тензорезистором большой ток, часто используют «мощные» проволочные тензорезисторы. Они состоят из большого числа (до 30—50) параллельно соединенных проволок, отличаются большими габаритами (длина базы 150 - 200 мм) и развивают мощность, достаточную для осциллографического гальванометра без использования усилителей.

Разновидность «мощных» тензорезисторов — эластичные преобразователи представляют собой резиновый капилляр с внутренним диаметром 0,1—0,5 мм, заполненный ртутью (иногда электролитом) и снабженный проволочными выводами. Наклеенный на объект измерения такой преобразователь, деформируясь вместе с этим объектом, изменяет свое сопротивление. Эластичные тензорезисторы с ртутным наполнителем имеют коэффициент тензочувствительности $K=2$ и позволяют измерять достаточно большие деформации материалов (до 30—50 %). Характерными особенностями являются весьма малое сопротивление и ограниченные температурный и частотный диапазоны.

Фольговые преобразователи представляют собой тонкую ленту из фольги толщиной 4—12 мкм, на которой часть металла выбрана травлением таким образом, что оставшаяся его часть образует специальную решетку с выводами.

Для изготовления пленочных тензорезисторов помимо металлических материалов, используется также ряд полупроводниковых материалов, например германий, кремний, у которых чувствительность в 50—60 раз выше, чем у проволочных, поскольку при их деформировании происходит резкое изменение удельного сопротивления. Тензочувствительность в этом случае достигает $K= \pm 100 \dots 200$.

При изготовлении фольговых и пленочных преобразователей можно предусмотреть любой рисунок решетки, что является существенным их достоинством.

Хотя температурный коэффициент сопротивления тензодатчика очень мал, приходится применять меры для компенсации температурной погрешности. С этой целью применяют мостовые схемы с двумя тензодатчиками в смежных плечах моста, из которых один не подвергается деформации, но находится в тех же температурных условиях. Это достигается

перпендикулярным расположением обоих датчиков. Тогда температурные изменения сопротивлений уравновешиваются и баланс схемы сохраняется (рис. 7.2,а).

Иногда используют только два датчика, соединяя их полумостом. Два других недостающих плеча моста образуют постоянные сопротивления внутри измерительного прибора, к которому подключается и источник питания. (рис. 7.2, б.)

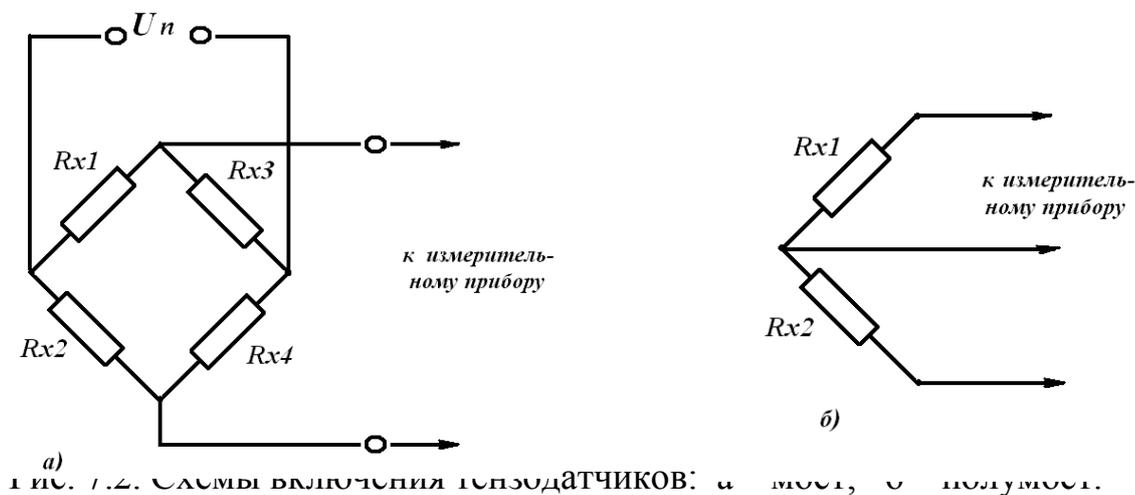


рис. 7.2. Схемы включения тензодатчиков: а) мост, б) полумост.

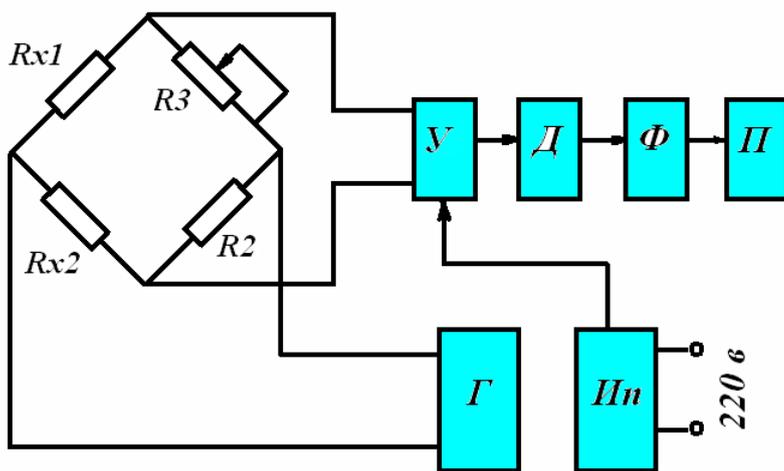


Рис. 7.3. Блок-схема тензостанции.

Ип- источник питания; Г - генератор несущей частоты; R₃- настроечный потенциометр; У - усилитель; Д - детектор; Ф - фильтр; П - показывающий прибор или осциллограф.

Поскольку относительное изменение сопротивления датчиков невелико $\epsilon_R = 0,005 \div 0,05$, то выходной сигнал моста имеет малую величину, поэтому измерительный или регистрационный прибор обычно включается через усилитель. В этих целях при тензометрических измерениях применяются специальные усилители - тензостанции, обеспечивающие измерение и регистрацию по нескольким каналам. Схема включения датчиков и соединения

основных элементов тензостанции показана на рис. 7.3.

Измерительный мост питается переменным напряжением от генератора Г несущей частоты (питание моста постоянным током нежелательно из-за ухудшения точности измерений).

Перед началом измерений потенциометром R_1 производят балансировку моста так, чтобы электрическое напряжение на его выходе равнялось нулю. Изменение сопротивления датчиков при их деформации приводит к появлению на выходе моста напряжения, пропорционального измеряемой деформации. Усиленный сигнал подается на детектор Д и фильтр Ф, которые выделяют из несущей частоты усиленный полезный сигнал и передают его на показывающий прибор или осциллограф.

Погрешность измерений с применением проволочных тензодатчиков находится в пределах $1 + 0, 5\%$.

Однако результирующая эффективность тензодатчика определяется не только коэффициентом тензочувствительности, но и конструктивными параметрами преобразователя и допускаемой им температурой нагрева. Высокая допустимая для тензодатчика температура важна при измерении деформаций деталей, работающих при высоких температурах.

II. Описание лабораторной установки.

Лабораторная установка состоит из тензометрической балочки с нагружающим устройством (рис. 7.4) и тензостанции ТММ-3.

Тензометрическая балочка 2 из пружинной стали изгибается под действием силы, создаваемой рычагом 4, по которому может передвигаться груз 5. Прогиб балочки измеряется механическим индикатором 3, а деформация поверхностных слоев балочки измеряется наклеенным на нее тензодатчиком.

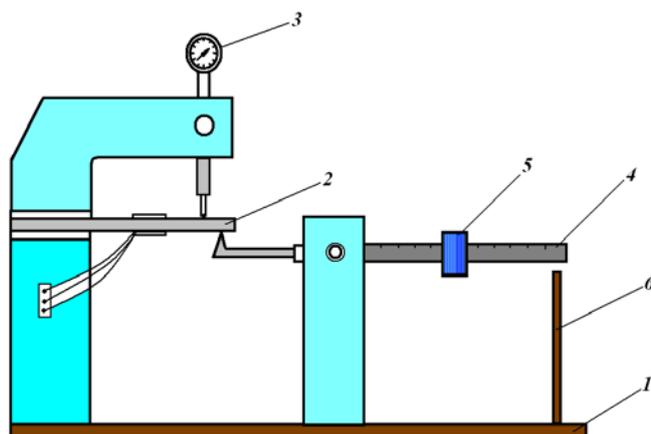


Рис. 7.4. Тензометрическая балочка с нагружающим устройством.

1 - основание, 2 - балочка с тензодатчиком, 3 - индикатор, 4 - рычаг, 5 - груз, 6 -

ограничитель.

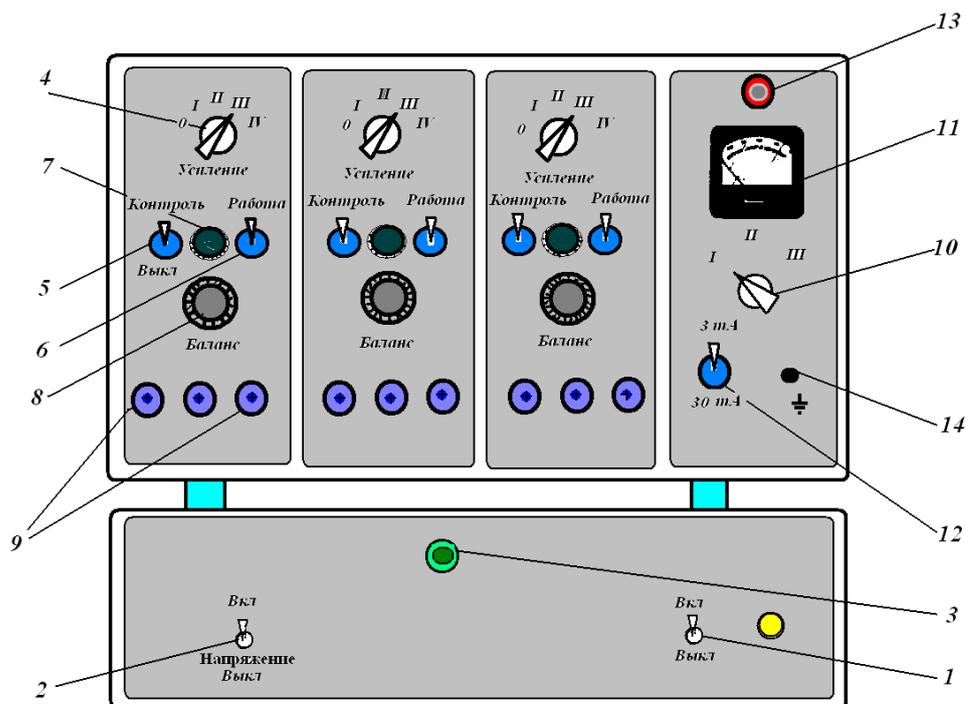


Рис.

7.5.

Органы управления тензостанции ТММ-3.

1-включение сети; 2-включение анодного напряжения; 3-контрольная лампочка; 4-усиление; 5 - контроль; 6- переключатель рода работ; 7,8-ручки балансировки ; 9-входные клеммы; 10-переключатель блока контроля; 11-показывающий прибор; 12-переключатель чувствительности блока контроля; 13-индикатор настройки ; 14-заземление.

Датчики подключаются к тензостанции ТММ-3 по схеме полумоста. Тензостанция ТММ-3 состоит из блока питания, генератора несущей частоты, трехканального усилителя, выходы которого можно поочередно подключать к блоку контроля. Расположение органов управления тензостанции ТММ-3 показано на рис. 7.5.

III. Последовательность выполнения работы.

При выполнении практического занятия и работе с тензостанцией необходимо придерживаться следующих правил:

1. Изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, ознакомиться с описанием лабораторной установки, выяснить цель работы и способы ее достижения, ознакомиться с последовательностью выполнения работы.
2. Включить лабораторную установку с помощью тумблера 1 и дать усилителю прогреться 10-15 минут (тумблер 2 при этом должен быть выключен).
3. Включить тумблер 2 анодного напряжения, установить груз на рычаге тензометрической балочки в нулевое положение и произвести балансировку тензоусилителя.

4. Поставить переключатель каналов 10 в блоке контроля в положение, соответствующее выбранному каналу усиления. Переключатель ступеней усиления 4 перевести в первое положение, а переключатель рода работ 6 перевести в положение "баланс".
5. Вращая ручки балансировки 8, 7 добиться нулевого показания сигнала.
6. Тумблер 5 служит для подачи на вход усилителя контрольного сигнала постоянной величины и позволяет проверять в процессе работы правильность настройки усилителя.
7. При отключении датчиков переключатель усиления должен находиться в нулевом положении.
8. Передвигая груз по рычагу произвести запись величины прогиба балочки А и показаний электрического измерительного прибора тензостанции I. Измерение произвести не менее трех раз при каждом значении деформации А, результаты записать в таблицу.
9. Вычислить среднее значение I_{cp} при каждом значении деформации А.
10. Построить тарировочный график, т.е зависимость показаний измерительного прибора I_{cp} от величины деформации А.
11. Оформить отчет.

IV. Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Электрические схемы включения тензодатчиков, блок-схему тензостанции, рисунок тензометрической балочки с нагружающим устройством и принципы их работы..
3. Порядок проведения лабораторной работы с перечислением этапов.
4. Таблицу с результатами измерений и вычислений эксперимента.
5. Тарировочный график.
6. Выводы.

Контрольные вопросы.

1. Для чего предназначены тензодатчики ?
2. Что такое тензоэффект положенный в основу тензодатчиков ?
3. По какой схеме соединяются тензодатчики ?
4. В следствие чего изменяется сопротивление проволоки ?
5. По какой причине значение коэффициента танзочувствительности , определенный экспериментально выходит за пределы расчетных ?
6. Какие металлы используются для изготовления тензодатчиков ?
7. Почему тензочувствительность полупроводниковых тензорезисторов в

- несколько раз выше, чем у проволочных ?
8. Почему тензодатчики питают переменным высокочастотным, а не постоянным током ?
 9. Какие элементы входят в состав тензостанции и их назначение ?
 10. Как устроена лабораторная установка ?
 11. Каков порядок включения тензостанции и подготовка ее к измерениям ?
 12. Какими приборами измеряются в лабораторной установке величина деформации тензометрической балочки и ее прогиб ?
 13. Что представляет собой тарировочный график канала усиления ?
 14. Приведите примеры практического применения тензодатчиков ?

Лабораторная работа № 8.

Изучение средств измерения и автоматического контроля уровня жидкостей.

Цель работы: ознакомление студентов с современными средствами автоматического контроля уровня жидкостей, их устройствами и принципами работы, приобретения навыков самостоятельного осуществления процесса регулирования уровня воды в ручном или автоматическом режиме.

Оборудование и приборы: модель водонапорного сооружения с автоматической системой управления с использованием реле уровня РУ – 3Э и электронного сигнализатора уровня ЭСУ- 2 М.

I. Общие сведения.

Измерение уровня жидкости и сыпучих материалов одна из частых и значимых задач решаемых при автоматизации технологических процессов, так как позволяет контролировать правильность протекания технологических процессов, поддерживать в случае необходимости постоянство уровня, определять количество жидкости в баках и резервуарах. Свойства измеряемых материалов определяют и конструкцию датчиков уровня, применяемых для этой цели.

Простейшим прибором измерения уровня жидкостей являются указательные стекла, которые действуют как сообщающиеся сосуды.

По способу измерений уровнемеры можно разделить на пять основные группы: поплавковые, гидростатические уровнемеры, действие которых основано на измерении статического давления слоя жидкости или перепада уровней; электрические разных типов, радиоизотопные и ультразвуковые уровнемеры.

Поплавковые уровнемеры (рис.8.1,а) получили широкое распространение благодаря простоте устройства. Основным элементом их является поплавок П, представляющий собой пустотелый сосуд, плавающий на поверхности жидкости.

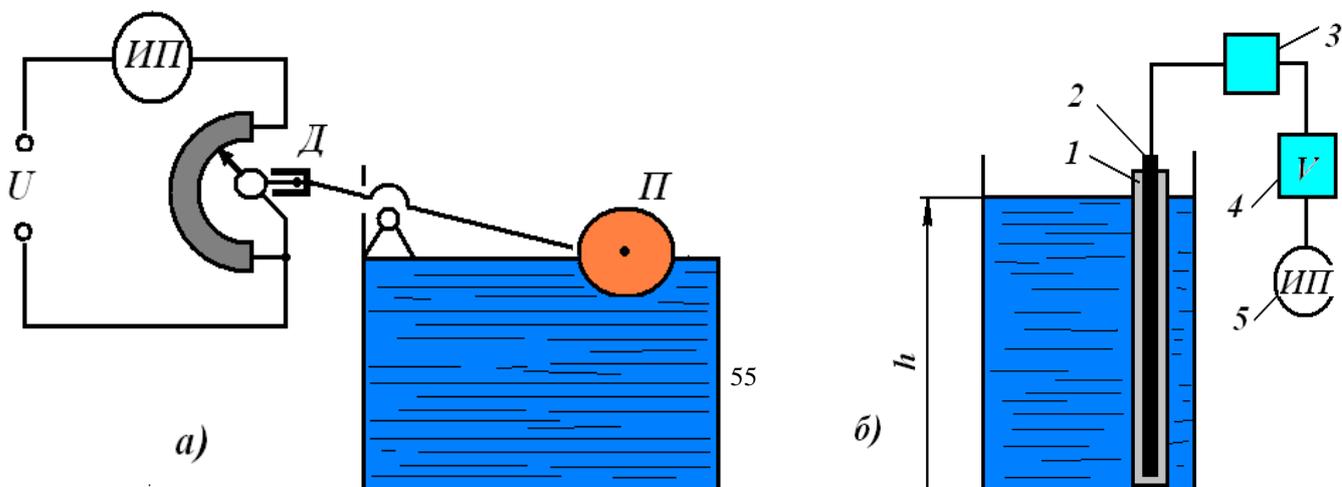


Рис. 8.1. Схемы уровнемеров:

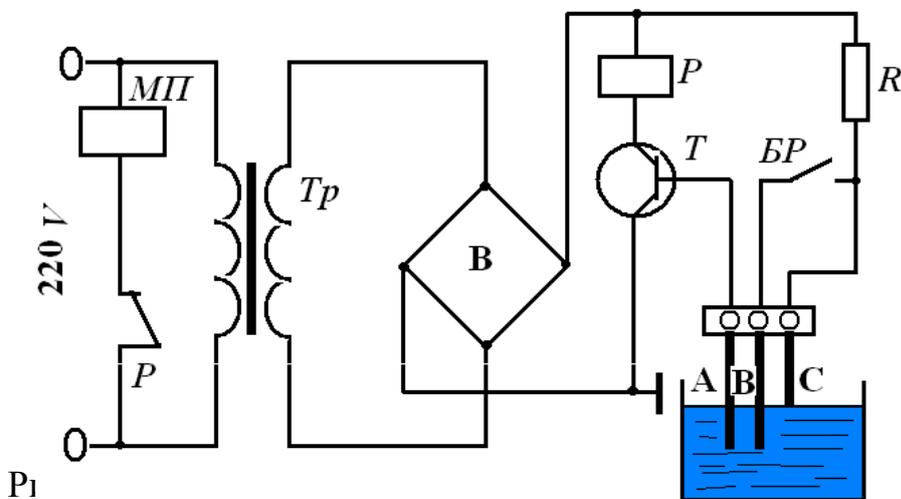
а — поплавкового с реостатным; *б* — с емкостными датчиками.

Поплавок механически связан с движком *Д* потенциометра. С изменением положения поплавка происходит перемещение движка *Д* потенциометра и меняется напряжение прибора ИП, шкала которого проградуирована в единицах уровня.

Действие *емкостных уровнемеров* основано на определении емкости конденсатора, опускаемого в измеряемую среду. Чувствительным элементом емкостного уровнемера (рис. 8.1,*б*) является конденсатор, емкость которого изменяется при изменении уровня жидкости. Чувствительный элемент (датчик) состоит из металлического стержня (электрода) 2, покрытого изоляционным материалом 1. Помещенный в определяемую среду, вместе со стенками сосуда он образует конденсатор, емкость которого, зависит от уровня жидкости *h*.

Принцип действия *ультразвуковых уровнемеров* основан на принципе возврата звуковых волн от границы жидкость - воздух (газ). При этом уровень жидкости определяется величиной времени между подачей и приемом измерительного импульса.

Действие *кондуктометрических датчиков уровня* (или электродные уровнемеры), в которых, электроды опущенные в вещество на разных уровнях передают сигнал на вторичный прибор, основано на замыкании или размыкании электрической цепи датчиков уровня через электропроводящую жидкость (рис.8.2).



Регулятор состоит из датчика уровня с тремя электродами *А, В, С*, блоков питания и управления (включающих понижающий трансформатор *Тр*, выпрямитель *Вр*, магнитный пускатель *МП*, электромагнитное реле *Р* и

транзистор T) и электродвигателя насоса (электродвигатель на схеме не указан). Верхний предел уровня задан электродом C , нижний — A, B . Если уровень воды ниже электрода C , напряжение на базу транзистора не подается и реле P выключено. При этом катушка магнитного пускателя $MП$ через размыкающий контакт реле P получает питание, включает двигатель насоса и уровень воды повышается. В момент соприкосновения жидкости с электродом C цепь базы транзистора замыкается и реле включается. Его блок-контакт BP замыкается, а размыкающий контакт P разрывает цепь питания магнитного пускателя, который отключает двигатель насоса от сети. Когда уровень воды опускается ниже электродов A, B , цепь базы транзистора вновь разрывается, реле отключается, его размыкающий контакт включает магнитный пускатель двигателя насоса и цикл повторяется.

Гидростатические уровнемеры измеряют уровень в зависимости от изменения статического давления столба воды. Существует ряд конструкций таких уровнемеров мембранного и сильфонного типа.

Разработана *система телеизмерения уровней ТУ-2-АКХ*, предназначенная для измерения уровня воды в открытых резервуарах систем водоснабжения и канализации. Измерение уровня основано на перемещении чувствительного элемента в виде сильфона под действием гидростатического давления столба воды. В сочетании с фотоэлектронным регулятором ФЭР-1-АКХ телеуровнемер позволяет автоматически регулировать уровень воды.

Значительно труднее измерить уровень сыпучих и кусковых материалов, так как они не образуют горизонтальной поверхности в емкости, поведение их не подчиняется закону Паскаля, эти материалы могут залипать у стенок или образовывать своды, иногда сигналы не проходят через толщу таких материалов, возможны повреждения датчиков при загрузке и разгрузке.

Указанные трудности ограничивают число возможных принципов, которые могут быть использованы для создания таких датчиков. Принцип действия *радиоизотопных уровнемеров* основан на поглощении γ -лучей веществом различной плотности. Поскольку поглощение γ -лучей жидкостью больше, чем воздухом, по значению поглощения, которое регистрируется приемником излучения, судят об уровне жидкого или твердого сыпучего вещества.

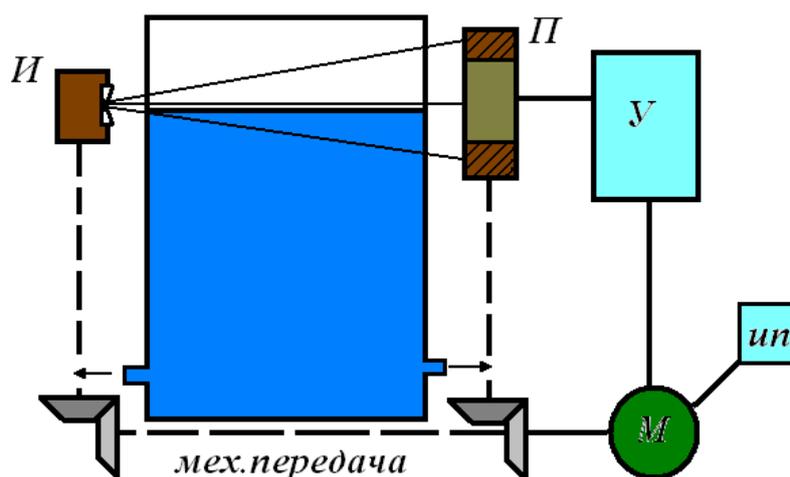


Рис.8.3. Принципиальная схема радиоизотопного уравнимера.

Применение γ - излучений позволяет измерять уровни сыпучего материала или жидкости без непосредственного контакта с ними. Наиболее точными считаются следящие системы. Источником γ - излучений в такой системе (рис. 8.3) являются Co^{60} или Cs^{137} . Источник И и приемник γ - излучений П располагаются диаметрально противоположно друг другу относительно емкости с сыпучим материалом или жидкостью. Поток γ - излучений, попадая в приемник, создает ток. Он усиливается усилителем У и подается на реверсивный двигатель М, который посредством механической передачи перемещает одновременно источник и приемник излучения по вертикали так, что они находятся на одном уровне. Вращение двигателя направлено так, чтобы источник и приемник опускались, пока среда в емкости не перекроет поток γ - излучения. Это уменьшит ток приемника, и усилитель подаст управляющее воздействие на реверсирование двигателя. После этого источник и приемник будут перемещаться вверх до тех пор, пока поток γ -излучений не выйдет из среды в емкости и не попадет на приемник, а двигатель станет вращаться в обратную сторону. Вал двигателя через редуктор связан с указателем, что позволяет иметь визуальную информацию о заполнении емкости.

Датчики уровня сыпучих материалов можно разделить, на два класса. Датчики первого класса предназначены для непрерывного слежения за уровнем материала в емкости. Ко второму классу относятся датчики, дающие сигнал при достижении сыпучими материалами заданного уровня.

Датчики второго класса часто называют реле уровня. Они выдают сигналы при достижении уровнем материала заданного значения.

Электрические уравнимеры составляют значительную группу приборов, чувствительные элементы которых основаны на преобразовании различных электрических свойств жидкости в соответствующую величину ее уровня. Из электрических уравнимеров наиболее широко применяют электродные устройства.

Электрический электродный сигнализатор уровня типа ЭРСУ-2 предназначен для сигнализации 2...3 уровней. Принципиальная электрическая схема прибора приведена на рис.8.5. В этой схеме к каждому отдельному датчику подключается реле постоянного тока, которое служит для контроля одного уровня: реле P_1 —для нижнего, P_2 - для верхнего и P_3 - для аварийного уровня. Аварийный уровень может быть выше или ниже контролируемого диапазона. Если аварийный уровень принят ниже контролируемого, то переключатель В устанавливается в правое положение, если выше—в левое.

Световая сигнализация контролируемых уровней L_1 , L_2 и L_3 разомкнута и через размыкающий контакт P_1 , включена красная лампа L_1 . Когда горизонт находится между контролируемыми уровнями, замкнута цепь реле P_1 , и через замыкающий контакт P_1 , и размыкающий контакт Р включена зеленая лампа

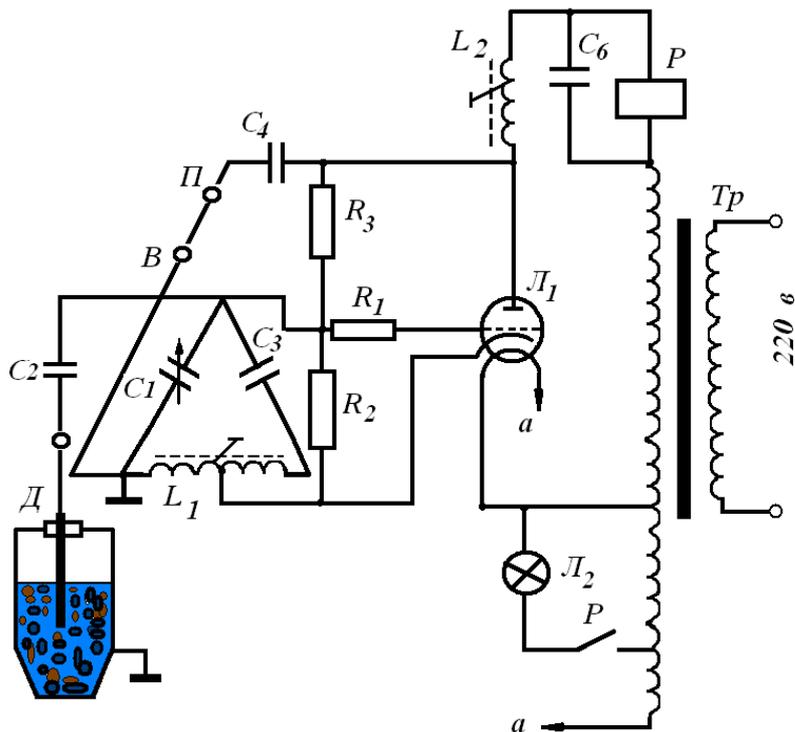
При повышении уровня до верхней контролируемой отметки $У_1$ включается желтая лампа L_3 .

В тех случаях, когда стенки резервуара не могут быть использованы в

качестве заземляющего электрода, устанавливают дополнительный электрод, присоединив его к зажиму Э релейного блока.

Выпускаются также электродные сигнализаторы уровня ЭСУ-1М и ЭСУ-2М, основанные на измерении емкости электрода, изменяющейся в зависимости от уровня воды.

В данной лабораторной работе изучаются устройства, принципы действия и применение наиболее распространенных на практике реле уровня РУ – 3Э и электронного сигнализатора уровня ЭСУ – 2М.



Электронный сигнализатор уровня ЭСУ - 1М предназначен для контроля одного или двух уровней различных материалов.

Рис.8.5. Принципиальная схема электронного сигнализатора уровня ЭСУ-1М.

Основной частью электронного сигнализатора уровня ЭСУ-1М является ламповый

генератор высокочастотных колебаний, собранный на двойном триоде Л₁ (6Н6П). В анодную цепь триода включена обмотка реле Р. Триод питается от силового трансформатора Тр через обмотку реле и катушку переменной индуктивности Л₂. Между сеткой и катодом лампы Л₁ включен колебательный контур состоящий из катушки переменной индуктивности Л₂ и конденсаторов С₁ и С₃. Параллельно конденсатору С₁ включена цепь состоящая из конденсатора С₂ и конденсатора, образованного электродом Д и землей. Контур LC настраивают так, чтобы при какой-то начальной емкости конденсатора С₂ и конденсатора электрод Д - земля параметры контура соответствовали резонансной частоте колебаний генератора.

При настройке контура в резонансе полное сопротивление контура весьма мала и на нем практически не будет никакого падения напряжения. Так как контур включен между сеткой и катодом триода Л₁, то потенциал сетки почти равен потенциалу катода лампы Л₁ заперта и реле Р отключено. Когда между электродом Д и стенкой резервуара появится материал, то ёмкость конденсатора электрод Д - земля изменяется, так как конденсатор С₂ и конденсатор электрод Д - земля включены параллельно конденсатору С₁, то это приводит изменению параметров контура LC. При определенном уровне материала(вещества) в резервуаре происходит срыв резонанса и, как следствие,

увеличение полного сопротивления контура LC . Между сеткой, и катодом лампы L_1 появится напряжение, плюс которого подается на сетку. Лампа L_1 открывается, реле Р срабатывает и при замыкании его контактов выдается сигнал о достижении материалом определенного уровня. Сигнальная лампа L_2 , включенная на дополнительный отвод вторичной обмотки трансформатора Tr через контакт реле Р, сигнализирует о наличии материала в бункере.

II. Описание лабораторной установки.

Лабораторная установка рис. 8.6 представляет собой модель водонапорного сооружения, состоящего из резервуара с запасом воды 2, водонапорной ёмкости 4, 1 которую вода подается с помощью электрического водяного насоса 9 управляемого автоматическими уровнемерами 6 и 7.

На корпусе 1 закреплены панель управления 3 состоящая из электронного сигнализатора уровня ЭСУ – 2М (6), реле уровня РУ – 3Э (7) и магнитного пускателя 8, а так же резервуар с водой 2.

При включении насоса 9 вода из резервуара 2 через шланг 5 подается в водонапорную ёмкость 4. Установленные в стенке ёмкости 4 датчики 10 служат для сигнализации, поддержания уровня жидкости и управления работой насоса.

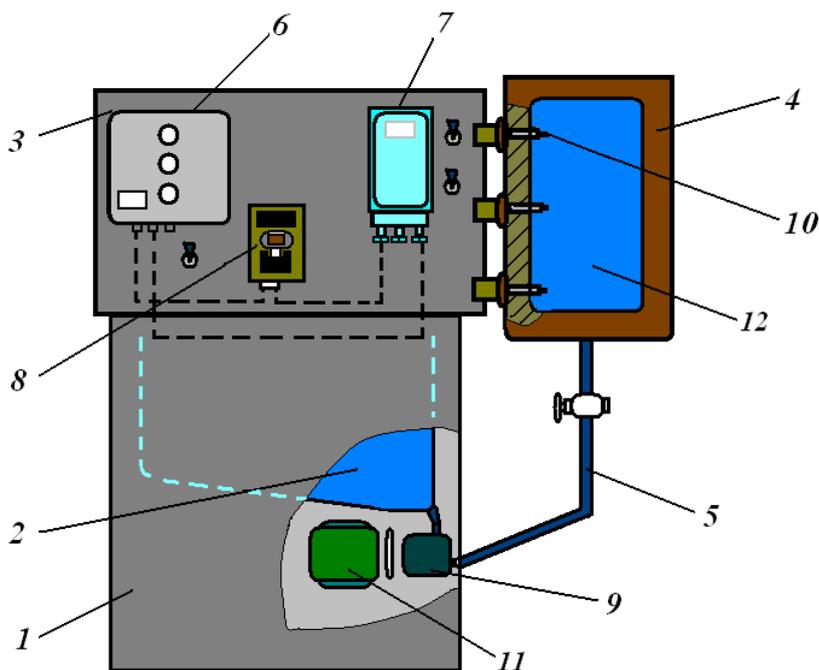
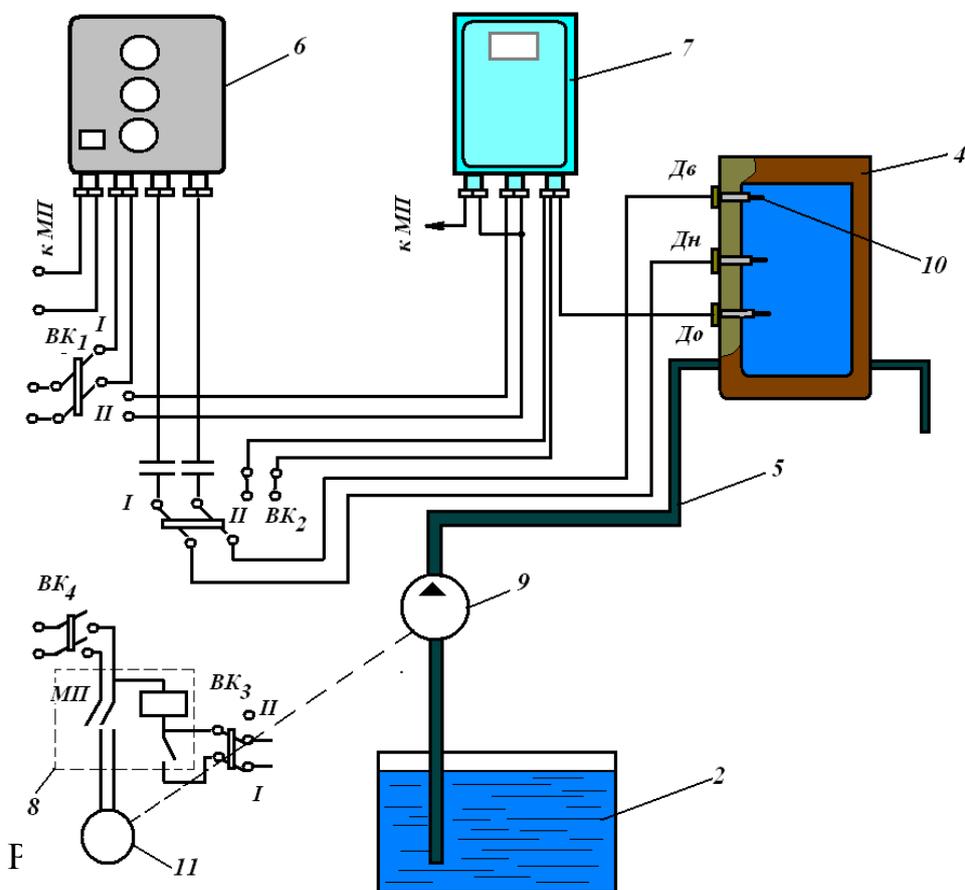


Рис. 8.6. Общий вид лабораторной установки.

Принципиальная схема лабораторной установки показана на рис. 8.7. Лабораторная установка смонтирована так, что позволяет в отдельности и

независимо друг от друга изучить работу реле уровня РУ – 3Э и электронного сигнализатора уровня ЭСУ – 2М. При установке выключателей ВК₁, ВК₂ и ВК₃ в положение I работает электронный сигнализатор ЭСУ-2М, в положении II работает реле уровня РУ-2Э. При этом выключатель ВК₁, производит коммутации цепи питания, выключатель ВК₂ цепи датчиков, а выключатель ВК₃ – цепи управления магнитным пускателем запускающим электродвигатель 11 насоса 9. Водяной насос 9 перекачивает воду из резервуара 2 в емкость 4. Водяной насос 9 перекачивает воду из резервуара 2 в емкость 4. Нижний датчик Д₀ является общим электродом и необходим для работы реле РУ- 3Э. При достижении жидкостью верхнего уровня , т.е датчика Д_в реле уровня или сигнализатор уровня срабатывают и выключают двигатель насоса. При снижении уровня воды до датчика Д_н (нижнего уровня) насос 9 включается и процесс наполнения емкости 4 повторяется. Таким образом автоматически поддерживается уровень воды в емкости 4 в пределах между датчиками Д_н и Д_в. Выключатель ВК₄ служит для аварийного выключения водяного насоса.



Реле уровня РУ-3Э предназначен для контроля уровня электропроводимых жидкостей и управления подкачивающими насосами. Срабатывание реле уровня происходит при погружении электродов в жидкость 12.

Катушка реле P_1 питается от понижающего трансформатора Tr через выпрямитель ВП-1. Конденсатор C_1 служит для уменьшения пульсации выпрямленного тока. Цепь питания реле проходит через жидкость. Контакты реле P_1 служит для управления цепью гидравлического насоса и сигнальными лампочками. Когда уровень контролируемой жидкости находится выше верхнего датчика $D_в$, тогда выходные реле P_1 включено и его контакты P_1 и P_2 занимают положение II и цепь катушки магнитного пускателя управляющего двигателем насоса обесточена. Если уровень жидкости ниже датчика $D_н$ (нижнего уровня), тогда выходное реле выключено и контакты P_1 и P_2 переходят в положение I, выключается катушка магнитного пускателя 8 и включается насос подкачки воды.

Электронный сигнализатор уровня ЭСУ – 2М предназначен для контроля одного или двух заданных уровней жидких и сыпучих материалов в различных емкостях.

Принцип работы ЭСУ-2М основан на измерении емкости между двумя обкладками конденсатора при изменении уровня жидкости.

При повышении уровня жидкости до верхнего датчика происходит срыв генерации и увеличивается сопротивление колебательного контура, увеличивается анодный ток реле P_1 срабатывает и своими нормально замкнутыми контактами выключает цепь катушки пускателя.

При понижении уровня жидкости ниже уровня нижнего датчика $D_н$ срабатывает реле P_2 , а реле P_1 выключается, т.к происходит уменьшение анодного тока в левой половине лампы L_1 . При этом P_2 замыкает цепь катушки магнитного пускателя и автоматически включает насос.

III. Порядок выполнения работы.

1. Изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, ознакомиться с описанием лабораторной установки, выяснить цель работы и способы ее достижения, ознакомиться с последовательностью выполнения работы.
2. Включить лабораторную установку в сеть, установить тумблеры в положение изучаемого уровнемера (ЭСУ-2М или РУ-3Э) по заданию руководителя.
3. Включить сетевой тумблер, дать прибора прогреться 5-10 мин.
4. Включит тумблер BK_4 магнитного пускателя и изучить работу установки в автоматическом режиме. При этом определить:
 - а) время первоначального заполнения водонапорной емкости до верхнего датчика $T_{з.н}$;
 - б) время снижения уровня жидкости от верхнего датчика до нижнего T_c ;
 - в) время повышения уровня от нижнего датчика до верхнего $T_н$;
 - г) фактическое значение верхнего $H_в$ и нижнего $H_н$ уровней жидкости в моменты срабатывания датчиков (включения и выключения насоса подачи воды);
 - д) измерения по пунктам а, б, в ($T_0, T_н, H_в, H_н$) повторить 3-6 раз в процессе автоматического срабатывания уровнемеров, данные записать в таблицу 1;
 - е) провести статическую обработку полученных результатов.

5. Составить логическое уравнение, определяющее последовательность включения насоса подачи воды в зависимости от срабатывания датчиков верхнего и нижнего уровней. По этому уравнению составить электроконтактную схему управления двигателем насоса.
6. Оформить отчет.

Таблица 6

№	Наблюдаемый параметр	1	2	3	4	5	6	Среднее значение
1	$T_c, \text{сек}$							
2	$T_n, \text{сек}$							
3	$H_b, \text{м}$							
4	$H_c, \text{м}$							

По полученным данным определяет средние значения и средне квадратичное отклонение каждой из величин по формулам

$$X_{cp} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{(X_1 - X_{cp})^2 + (X_2 - X_{cp})^2 + \dots + (X_n - X_{cp})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Где, n -число опытов;

Через X обозначены в общем виде измеряемые параметры

(T_0, T_n, H_b, H_n). Пользуясь критерием Стьюдента находят ошибку определения измеряемых величин.

$$\Delta X = \pm t_{p,n-1} \frac{S_x}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Где, $t_{p,n-1}$ - коэффициент Стьюдента для заданной доверительной вероятности P и числа опытов n . Для данной работы можно принять $P=0,95$

Коэффициент Стьюдента.

Таблица 7

$n-1$	P		
	0,9	0,95	0,99
1	6,31	17,71	63,6
2	2,92	4,30	9,93

3	2,35	3,18	5,84
4	2,13	2,78	4,60
5	2,02	2,57	4,03
6	1,94	2,45	3,71
7	1,90	2,37	3,5
8	1,83	2,26	3,36

IV. Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Назначение, принцип действия заданного сигнализатора уровня, электрические схемы.
3. Порядок проведения лабораторной работы с перечислением этапов.
4. Таблицу с результатами измерений и вычислений эксперимента.
5. Логические уравнения последовательности включения насоса в зависимости от срабатывания датчиков, электрическую схему управления.
6. Выводы.

Контрольные вопросы.

1. На какие основные виды подразделяются уровнемеры по способу измерения ?
2. Что является основным элементом поплавкового уровнемера и как он работает ?
3. На чем основан принцип действия емкостных преобразователей уровня ?
4. Какой величиной определяется уровень жидкости при использовании ультра звукового уровнемера ?
5. На чем основан принцип действия кондуктометрических (электродных) преобразователей уровня ?
6. Как измеряется уровень сыпучих материалов ?
7. На чем основан принцип действия радиоизотопных датчиков уровня ?
8. Как устроена лабораторная установка ?
9. Устройство и принцип действия электронного сигнализатора уровня ЭСУ-2М ?
10. Устройство и принцип действия реле уровня РУ-3Э ?
11. Каков порядок выполнения лабораторной работы ?
12. В чем заключается действие общего D_0 датчика уровня ?
13. Когда загораются сигнальные лампы L_1 , L_2 и L_3 ?
14. Из каких элементов состоят колебательные контуры датчиков нижнего и верхнего уровней сигнализатора ЭСУ-2М ?

Лабораторная работа № 9

Релейные элементы САР и снятие их характеристик.

Цель работы: Ознакомление с устройством и принципом действия электромагнитных реле различных типов; определение напряжения срабатывания и отпускания, изучение способов увеличения времени отпускания.

Оборудования и приборы: установка для снятия характеристик электромагнитного реле, набор электромагнитных реле, набор планшетов с реле различных типов (электромагнитных, магнитоэлектрических, пневматических и т.д.).

I. Общие сведения.

Реле — это элемент автоматики, в котором при достижении определенного значения входной величиной выходная величина из меняется скачком.

Реле широко применяются в схемах полуавтоматического регулирования и управления в основном для коммутации электрических цепей.

Основными параметрами, характеризующими свойства электрических реле, являются:

1. **Ток (напряжение) срабатывания $I_{ср}$** — это то минимальное значение тока (напряжения), при котором реле замыкает свои нормально открытые (н. о.) и размыкает нормально закрытые (н. з.) контакты;

2. **Ток (напряжение) возврата (отпускания) I_v** — это то максимальное значение тока (напряжения), при котором реле размыкает свои н. о. и замыкает н. з. контакты;

3. **Коэффициент возврата K_B реле**, определяемый как отношение тока (напряжения) возврата к току (напряжению) срабатывания, равен

$$K = \frac{I_v}{I_{ср}} < 1$$

Реле классифицируются по ряду признаков. В зависимости от рода воспринимаемых физических явлений их делят на электрические и неэлектрические (тепловые, механические, оптические, акустические и др.).

Электрические реле по принципу действия делят на электромагнитные (нейтральные и поляризованные), магнитоэлектрические, электронные, ионные, индукционные и по параметру, на который реагирует воспринимающий орган, на реле тока, напряжения, мощности, частоты, сдвига фаз.

Тепловые делят на реле с линейным расширением, биметаллические, реле с плавлением.

Механические реле по воспринимаемому параметру делят на реле силы, перемещения, скорости, ускорения, частоты.

По назначению различают:

пусковые реле (контакторы, магнитные пускатели); реле, включающие и

выключающие различные агрегаты с помощью кнопок, расположенных на пульте управления;

промежуточные, которые служат для изменения воздействующего импульса, когда мощность контактов первичного реле недостаточна, или для размножения воздействующего импульса, когда в первичном не хватает контактов;

реле времени, срабатывающие через определенное время после запуска, обеспечивая тем самым необходимую выдержку при включении различных электрических цепей.

Все реле, у которых контактные пары являются исполнительным органом, называются контактными. Наиболее широкое применение в автоматических устройствах имеют электромагнитные реле.

Электромагнитным называют реле, у которого в качестве воспринимающего органа используется электромагнит с обмоткой управления. Принцип действия его основан на притяжении стального якоря к сердечнику электромагнита, по обмотке которого протекает электрический ток; они могут быть нейтральными и поляризованными.

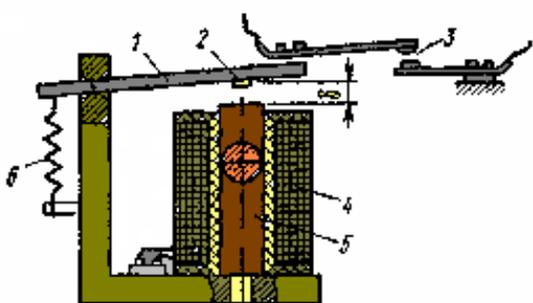


Рис. 9.1. Схема нейтрального электромагнитного реле :

1-якорь, 2-штифт отлипания, 3-контакты, 4-обмотка электромагнита, 5-сердечник, 6-возвратная пружина.

Нейтральным электромагнитным реле называют Реле (рис. 9.1) состоящий из электромагнита, по обмотке которого пропускается постоянный ток, подвижного якоря с возвратной пружиной, создающей противодействующее усилие, и контактов. При пропускании тока по обмотке электромагнита его сердечник намагничивается и притягивает якорь. Магнитный поток замыкается через ярмо, сердечник и якорь. При этом происходит замыкание контактов в исполнительной цепи. Контактная пружина служит для обеспечения давления и более надежного замыкания контактов.

Надежность работы реле определяется надежностью работы контактной системы.

Контакты реле делятся на замыкающие или нормально разомкнутые (разомкнуты при отсутствии тока и замыкаются при срабатывании реле); размыкающие или нормально замкнутые (замкнуты при отсутствии тока и размыкаются при срабатывании реле), переключающие (управляющие двумя электрическими цепями: одна электрическая цепь замыкается при срабатывании реле, вторая — при его отпуске).

Поляризованное электромагнитное реле отличается от нейтрального наличием постоянного магнита. В нем два магнитных потока: рабочий, создаваемый обмотками, по которым протекает ток, и поляризующий, создаваемый постоянным магнитом.

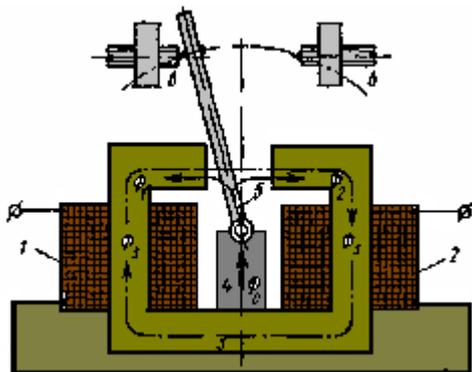


Рис 9.2. Схема поляризованного электромагнитного реле:

1,2 - катушки электромагнита; 3- магнитный провод; 4-постоянный магнит; 5-якорь; 6- контакты.

Поляризованное реле (рис. 9.2.) состоит из стального сердечника (ярма) с двумя намагничивающими катушками, подвижного стального якоря, имеющего контакты слева и справа, двух подвижных контактов и постоянного магнита. Магнитный поток этого постоянного магнита Φ ; проходит через якорь, а затем разветвляется: влево — Φ_1 , и вправо — Φ_2 . по ярму. В электромагнитном поляризованном реле имеются два независимых потока: Φ_0 , создаваемый магнитом (поляризующий поток), и рабочий (управляющий) поток Φ_3 , образованный катушкой электромагнита. Величина Φ_0 остается постоянной, а Φ_3 зависит от значения и направления тока в катушке, а также от величины воздушных зазоров между подвижным якорем и полюсами неподвижного сердечника. Изменением воздушных зазоров слева и справа изменяется сила тяги якоря.

Якорь этого реле может занимать три положения.

1. Если тока в обмотках электромагнита нет, якорь находится в нейтральном, среднем, положении; так как это положение неустойчиво, якорь удерживается в нем специальными пружинами (в трехпозиционном реле с самовозвратом). Если снять пружины, то реле преобразуется в двухпозиционное. Тогда контакты располагаются несимметрично, чтобы создать преобладающее притяжение в одну сторону при отсутствии тока, или один из контактов вообще убирается.

2. При прохождении постоянного тока данного направления магнитный поток электромагнита Φ_0 в одной части сердечника будет складываться с магнитным потоком постоянного магнита, а другой — вычитаться из него, поэтому якорь притягивается в ту или другую сторону и замыкает соответствующие контакты.

3. При изменении направления тока магнитные потоки будут складываться в другой части сердечника.

Статической характеристикой реле называется зависимость выходной величины его от входной. За выходную величину можно принять напряжение в выходной цепи, подключенной к контактам.

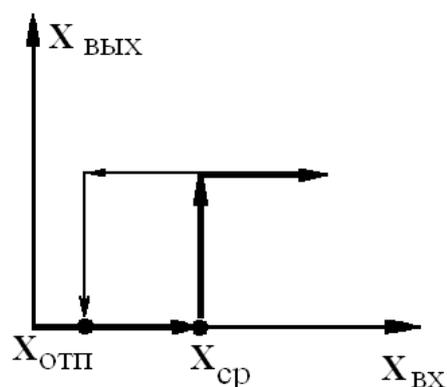


Рис. 9.3. Статическая характеристика

электромагнитного реле.

Входной величиной является ток (напряжение, мощность), протекающий через обмотку катушки реле. Так как параметры срабатывания ($X_{ср}$) всегда больше параметров отпускания ($X_{отп}$), то статическая характеристика, как правило имеет петлеобразную форму (рис. 9.3.).

Рассмотрим процесс увеличения времени отпускания реле с помощью подключенной параллельно катушке реле конденсатора (рис. 9.4.).

При нажатии кнопки SB цепь замыкается и по нему потечет электрический ток. При этом сработает реле KV и замкнет свой контакт, о чем сигнализирует лампочка HL. Одновременно по цепи ав конденсатор С заряжается до напряжения питания U. При этом он аккумулирует на своих обкладках электрическую энергию в виде электрического поля P_0 .

$$P_0 = \frac{CU}{2}$$

C - емкость конденсатора, Ф; U - напряжение питания, В.

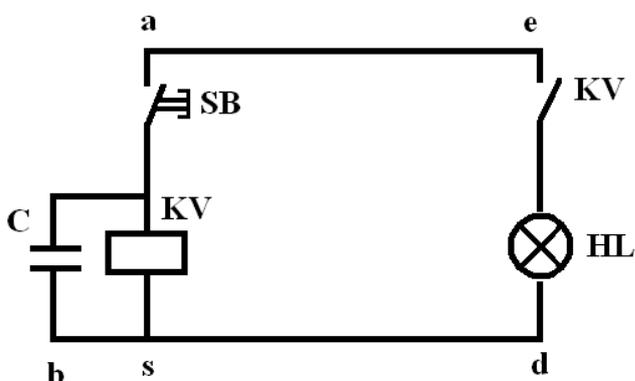


Рис. 9.4. Схема подключения конденсатора для увеличения времени срабатывания реле.

При отключении кнопки SB заряженный конденсатор С начинает разряжаться на обмотку реле KV и током разряда конденсатора якорь реле удерживается в притянутом положении. Этим создается выдержка времени на отпускание реле.

Значение разрядного тока конденсатора I;

$$I = \frac{U}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right), \quad [A]$$

U - напряжения питания, В ; t - момент времени, с;

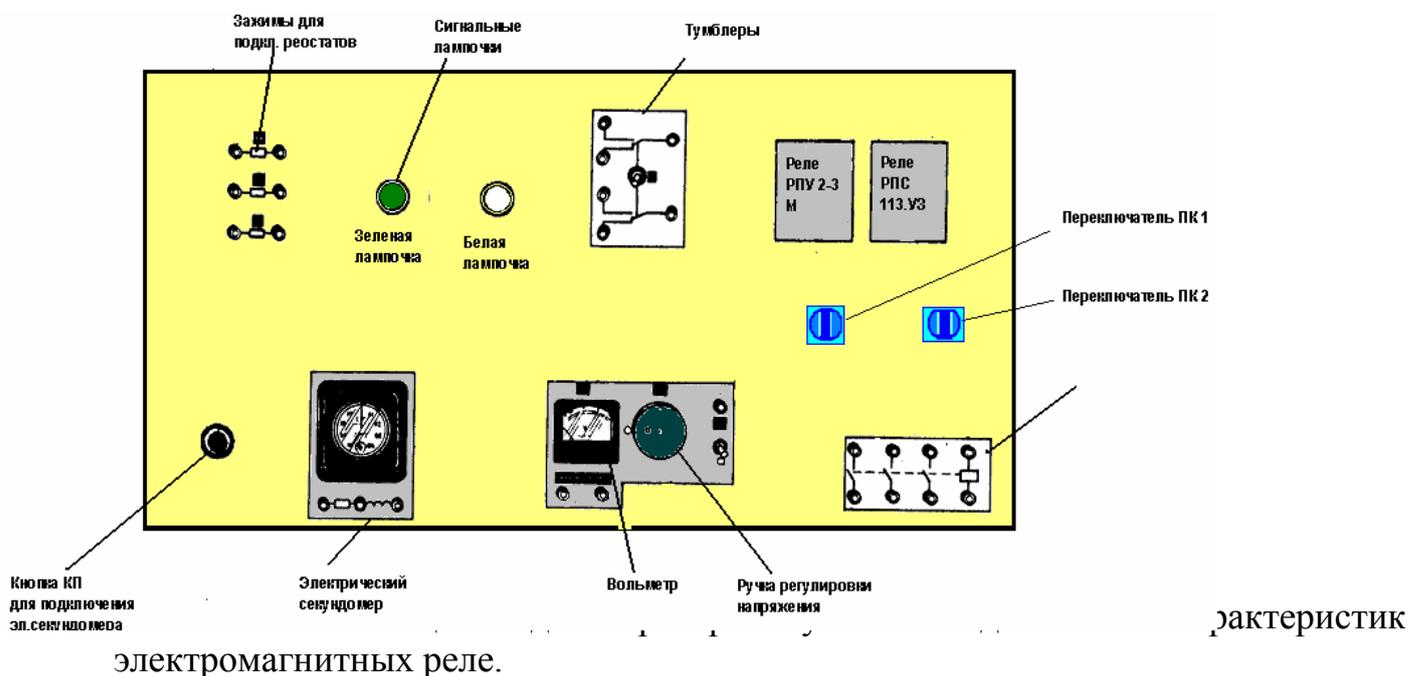
C - ёмкость конденсатора, Ф; R - сопротивление реле, Ом.

II. Описание лабораторной установки.

Лабораторная установка представляет собой стенд, состоящий из электромагнитных реле РПУ-2-МЗ и РПС-113-УЗ. (рис 9.5.), переключателя SA₁ для переключения реле в положения "определение напряжения срабатывания" и "определение времени отпускания", двух тумблеров КЛ - для подключения и отключения указанных реле, переключателя SA₂ для

подключения конденсатора к обмотке реле для увеличения времени выдержки реле, реостата R для установления напряжения срабатывания, вольтметра V для измерения напряжения на обмотке реле, электросекундомера для измерения времени отпускания реле, кнопки SB для подключения электросекундомера. При срабатывании реле зеленая лампочка HL_1 гаснет, загорается белая лампочка HL_2 , а при отпускании наоборот.

После нажатия кнопки SB цепь электросекундомера замыкается и будет включена до тех пор, пока обесточенное реле не отпустит контакты, т. е. пока не кончится время выдержки реле на отпускание.



III. Последовательность выполнения работы :

1. Ознакомиться со схемой внутренних соединений лабораторной установки и техническими данными реле, приведенными в техническом описании.

2. Подключить лабораторную установку к сети. При этом должна загореться зеленая лампа HL_1 .

3. Переключить выключатель SA_1 в положение "определение напряжения срабатывания".

4. Вращая ручку реостата R (повышая напряжение) добиться срабатывания реле (зеленая лампа HL_1 погаснет, загорится белая лампа HL_2).

5. Показания вольтметра заносятся в табл. 1.1.

6. Вращая ручку реостата, уменьшая напряжение добиться отпускания реле (белая лампа HL_2 погаснет, загорится зеленая лампа HL_1). Результаты также заносятся в табл. 1.1.

7. Пункты 4, 5, 6 повторить 5 раз.

8. Выключатель SA_1 переключить в положение "определение времени отпускания".

9. Переключатель SA_2 переключить в положение "без

конденсатора".

10. Кнопку SB нажать подряд 10 раз с интервалом 3-5 секунд. Показания секундомера занести в табл. 1.2.

11. Подключить параллельно обмотке реле конденсатор, переводом переключателя SA₂ в положение "с конденсатором".

12. Кнопку SB нажать подряд 10 раз с интервалом 5-8 секунд. Показания секундомера также занести в табл. 1.2.

13. Привести стенд в исходное состояние и выключить его.

Таблица 8.

Результаты измерений параметров срабатывания и отпускания реле

1) РПУ-2-МЗ R-160 Ом

	Номер опыта					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
U_{cp}						
I_{cp}						
U_{om}						
n						
I_{omn}						
K_{ϵ}						

2) РПС-113 УЗ R-260 Ом

	Номер опыта					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
U_{cp}						
I_{cp}						
U_{om}						
n						
I_{omn}						
K_{ϵ}						

1. Ток срабатывания

$$I_{cp} = U_{cp} / R$$

2. Ток отпускания

$$I_{omn} = U_{omn} / R$$

3. Коэффициент возврата

$$K_{\epsilon} = I_{omn} / I_{cp} = U_{omn} / U_{cp}$$

Таблица 9

Результаты измерений времени выдержки реле.

Состояние электрической цепи	Номер опыта			Среднее значение
	1	2	3	
<i>С конденсатором</i>				
<i>Без конденсатора</i>				

IV. Составление отчета о проделанной работе.

Отчет должен содержать :

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Эскизы реле и схему лабораторной установки.
3. Порядок проведения лабораторной работы с перечислением этапов.
4. Таблицы результатов наблюдений и расчеты.
5. Статическую характеристику электромагнитного реле.
6. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. На чем основывается работа электромагнитного реле?
2. Чем отличается поляризованное реле от нейтрального?
3. Какую роль играет конденсатор при создании выдержки времени на отпускание реле?
4. За счет чего изменяется положение якоря поляризованного электромагнитного реле?
5. В чем заключаются усилительные свойства реле?

Лабораторная работа № 10

Снятие переходной характеристики системы автоматического регулирования (стабилизации) уровня жидкости в резервуаре.

Цель работы : Изучение основных классов систем автоматического регулирования, устройства автоматических систем стабилизации и принципов их работы, а также приобретение навыков в исследовании их параметров.

Оборудование и приборы: Макет имитирующий резервуар и поддержание в нем постоянства заданного уровня жидкости, секундомер.

I. Общие сведения.

Всякий технологический процесс характеризуется такими показателями, как температура, давление, скорость вращения, концентрация и расход вещества, уровень жидкости, напряжение и др. Эти показатели называются параметрами процесса. Управление каким-либо техническим объектом - это процесс воздействия на него с целью обеспечения требуемого изменения его состояния или требуемого течения процессов в объекте. Управление, осуществляемое без участия человека, называется автоматическим.

Автоматическое регулирование — это автоматическое поддержание некоторой физической величины, характеризующей технологический процесс, в заданных пределах или же изменение ее по заданному закону воздействием на регулирующий орган объекта. Под возмущениями понимаются воздействия на

регулируемый объект или на другие элементы системы, возникающие случайно и приводящие к изменению режима его работы. Например, изменение расхода пара приводит к изменению давления в котле, изменение расхода воды приводит к изменению уровня ее в резервуаре.

Технологический параметр, который необходимо регулировать, т. е. поддерживать постоянным или изменять по заданной программе, называется регулируемой величиной, или регулируемым параметром. Значение регулируемого параметра, которое согласно заданию необходимо поддерживать в данный момент, называется заданным значением регулируемого параметра.

Технологический процесс (или технологическое оборудование), параметры которого регулируются, называется объектом регулирования. Комплекс устройств, присоединяемых к регулируемому объекту и предназначенных для поддержания постоянства или изменения по заданному закону его регулируемого параметра, называется регулятором. Совокупность объекта регулирования и автоматического регулятора составляет систему автоматического регулирования (САР).

Таким образом, системы автоматического регулирования самостоятельно, без вмешательства извне, либо поддерживают постоянными, либо изменяют по заданным законам одну или несколько физических величин, характеризующих процессы, которые происходят в объектах, либо определяют в зависимости от условий нужный или оптимальный закон регулирования объектом.

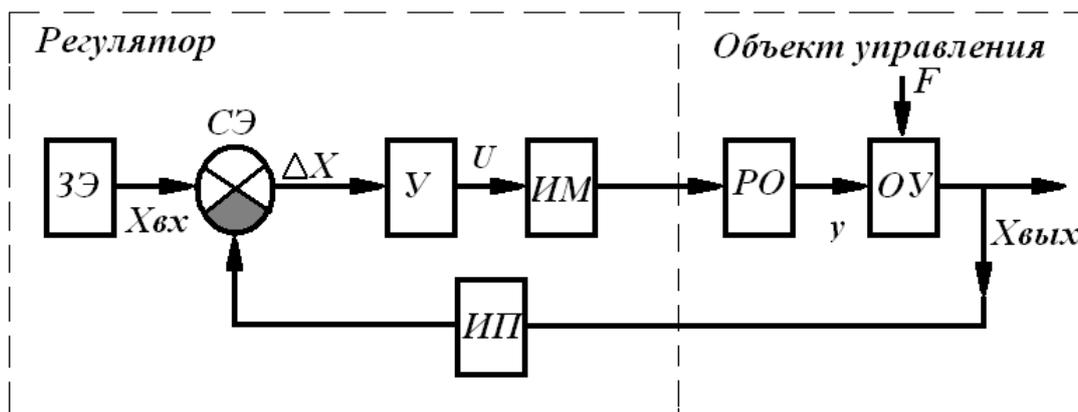


Рис.10.1. Функциональная схема системы автоматического регулирования.

ЗЭ - задающий элемент; СЭ - сравнивающий элемент; У - усилитель; ИМ - исполнительный механизм; ИП - измерительный преобразователь; РО - регулирующий орган; ОУ - объект управления.

Цепь передачи воздействий от входа системы к выходу по направлению Усилитель (У) — Исполнительный механизм (ИМ) — Регулирующий орган (РО) — Объект управления (ОУ) называется прямой связью, а от выхода системы через измерительный преобразователь ИП к сравнивающему элементу СЭ — основной обратной связью. Наличие последней связи является необходимым условием качественного регулирования, поскольку она позволяет

получить отклонение регулируемой величины от заданного значения $X_{вх}$ независимо от причины возникновения этого отклонения. Прямая и обратная связи образуют замкнутый контур, поэтому такие системы называются замкнутыми АСР.

Задача САР — свести возникшее отклонение с определенной скоростью к нулю или снизить до допустимого значения.

В зависимости от характера изменения регулируемой величины различают системы автоматической стабилизации, системы программного автоматического регулирования и следящие системы.

Системы автоматической стабилизации предназначены для автоматического поддержания на стабильном уровне заданного значения регулируемой величины. Отклонение регулируемой величины в них может быть только за счет различных возмущающих воздействий (изменение нагрузки, окружающей среды и т. п.) и должно снижаться или полностью устраняться системой после того, как закончится переходный процесс, вызванный возмущающими воздействиями.

В системах программного регулирования заданное значение регулируемой величины не является постоянным, как это наблюдается в системах автоматической стабилизации, а изменяется по заранее установленному закону в функции времени. В процессе работы задание автоматически изменяется по тому закону, по которому должна изменяться регулируемая величина.

В следящих системах заданное значение регулируемой величины может колебаться в широких пределах по заранее неизвестному закону, т. е. является произвольной функцией времени. В процессе работы регулируемая величина непрерывно сравнивается с заданием и изменяется в полном соответствии с ним, т. е. система следит за ним.

По характеру сигналов регулирующего воздействия различают непрерывную, релейную и импульсную системы.

Любая система автоматического регулирования состоит из отдельных связанных между собой элементов. Поэтому свойства и уравнения системы в значительной степени определяются свойствами и уравнениями элементов, образующих эту систему.

Статической характеристикой элемента или системы называется зависимость, характеризующая связь между выходной и входной величинами в установившемся режиме, т. е.

$$X_{вых} = f(X_{вх}),$$

где $X_{вых}$ и $X_{вх}$ — соответственно выходные и входные величины элемента или системы.

Динамической характеристикой элемента или системы называется зависимость изменения выходной величины $X_{вых}(t)$ во времени от изменения входной величины $X_{вх}(t)$, т.е. эти величины неустановившиеся.

Формы представления динамики процессов, происходящих в системах и элементах, различны. Эти формы могут быть представлены в виде дифференциальных уравнений, переходных характеристик, передаточных

функций и частотных характеристик.

О динамических свойствах звена (системы) наглядное представление дает также его так называемая переходная функция (характеристика). Под переходной характеристикой звена (системы) понимается изменение выходной величины во времени при условии, что до приложения внешнего воздействия звено находилось в покое. Другими словами, переходная характеристика показывает реакцию звена на мгновенное и ступенчатое изменение входной величины.

Временем переходного процесса называют отсчитываемое от начала приложения типового воздействия время, в течении которого установится такое значение выходной величины $X_{вых}(t)$, которое будет отличаться от заданного не более как на величину допустимой ошибки.

На рис. 10.3 показан переходный процесс, получающийся в системе при подаче на ее вход ступенчатого воздействия. При этом выходная величина X переходит из нулевого положения в некоторое $X_{см}$. Основными показателями качества процесса для этого случая являются:

а) время переходного процесса (время регулирования) t_p . Оно характеризует быстродействие системы и определяется как интервал от начала переходного процесса до момента, когда отклонение X от $X_{см}$ становится меньше $\varepsilon_{уст}$. Обычно $\varepsilon_{уст}$ составляет 3 - 5% от $X_{см}$;

б) максимальное отклонение X_m или перерегулирование:

$$\sigma = \frac{X_m - X_{см}}{X_{см}} 100\%$$

в) колебательность, т. е. число перерегулирований за время переходного процесса t_p . Иногда колебательностью называют отношение соседних максимумов, т. е. X_{m2} / X_{m1} . Незатухающие колебания соответствуют при этом колебательности 100%.

В данной лабораторной работе рассматриваются система стабилизации для автоматического поддержания заданного уровня жидкости в резервуаре и их переходные характеристики.

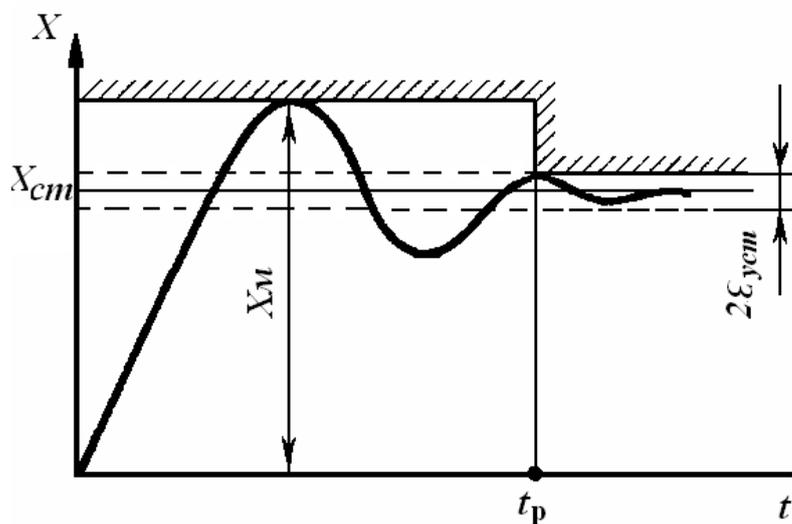


Рис.10.2. Переходный процесс в САР при ступенчатом возмущении.

II. Описание лабораторной установки.

В лабораторной установке имитируется контроль уровня жидкости в резервуаре, автоматический пуск насоса пускателем, когда уровень жидкости понижается до нижнего предела, и остановка электронасоса при наполнении резервуара.

На рис.10.3 представлена схема автоматической стабилизации, действующей по принципу **электродного сигнализатора уровня**. Она состоит из электродвигателя 1, микровыключателей 2, выполняющих функции датчиков верхнего и нижнего уровня, смотрового экрана 3, кнопки управления 4.

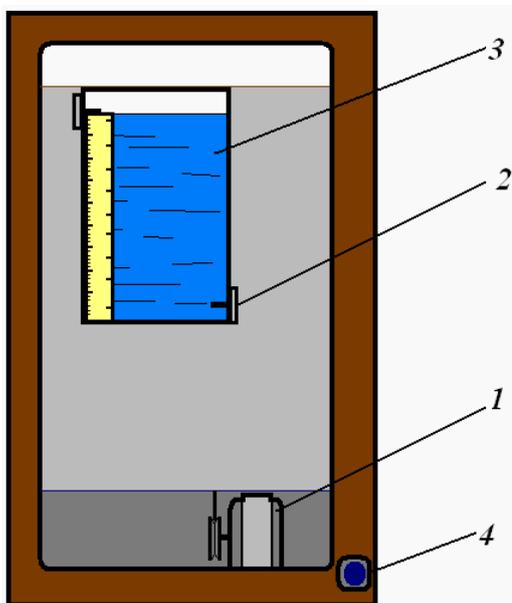


Рис. 10.3. Общий вид лабораторной установки для исследования САР.

При изменении уровня воды планка (поплавок) воздействуя на контакты, включает или выключает электродвигатель. При срабатывании датчиков (микровыключателей) нижнего уровня, срабатывает электродвигатель и емкость с жидкостью поднимается, имитируя работу насоса закачивающего жидкость в резервуар. После наполнения резервуара планка (поплавок) поднимаясь замыкает контакты датчика (верхнего) уровня и двигатель останавливается. Снижение уровня жидкости до нижнего контролируемого уровня вновь приводит к нажатию планкой(поплавок) датчика, который включает электродвигатель. Насос срабатывает и процесс повторяется. Таким образом уровень жидкости в резервуаре поддерживается на заданном значении.

Световая сигнализация контролируемых уровней осуществляется с помощью лампочек L_1 , L_2 и L_3 . Когда срабатывает датчик нижнего уровня и насос включен горит зеленая лампочка L_1 , а при повышении уровня до верхней контролируемой отметки включается красная лампочка L_2 . Когда горизонт находится между контролируемыми уровнями замкнута цепь катушки контактора и через замыкающий контакт P_1 и размыкающий P включена желтая лампа L_3 .

II. Последовательность выполнения работы.

1. Изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, ознакомиться с описанием лабораторной установки, выяснить цель работы и способы ее достижения, ознакомиться с последовательностью выполнения работы.
2. Подключить лабораторную установку в сеть напряжением 220 В.
3. Нажатием кнопки включить электродвигатель и через каждые 3 сек. измерять уровень воды наблюдая за закрепленной на экране линейкой.
4. Повторить опыт не менее трех раз. Вычислить среднее значения экспериментальных данных и по их результатам построить график переходного

процесса.

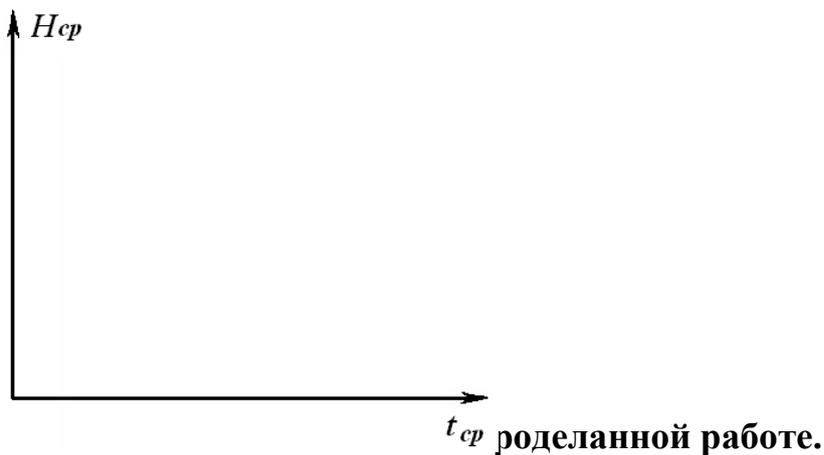
5. По графику переходного процесса определяются показатели качества системы – время регулирования $t_{рег}$, установившаяся высота уровня $H_{уст}$, максимальная высота уровня H_{max} , перерегулировка – G , колебательность p .

Таблица 10.

Таблица результатов измерений.

t , сек										
H , мм										
t , сек										
H , мм										
t , сек										
H , мм										
$t_{ср}$, сек										
$H_{ср}$, мм										

График переходного процесса.



Отчет должен содержать :

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Краткое изложение классификации САР.
3. Устройство и электрическую схему установки.
4. Порядок проведения лабораторной работы с перечислением этапов.
5. Таблицы результатов наблюдений и расчеты.

6. Выводы.

Контрольные вопросы.

1. Что такое автоматическое регулирование ?
2. Какими параметрами характеризуются параметры процесса ?
3. Совокупностью каких элементов определяется система автоматического регулирования ?
4. К чему сводится задача САР ?
5. Что называется системой автоматической стабилизации ?
6. Какие системы называются программными ?
7. Какие системы называются следящими ?
8. Что называется статической характеристикой САР ?
9. Что называется динамической характеристикой САР ?
10. Что называется переходной характеристикой звена(системы) ?

Литература.

1. Автоматика и автоматизация производственных процессов. Под ред. проф. Нечаева Г.К. Учебное пособие.- К.: «Вища школа», 1985 г.
2. Башарин А.В. и др. Управление электроприводами., Л.: Энергоиздат., 1982 г.
3. Жукова Г.А., Золина М.А. Лабораторные работы по электрическим аппаратам., М.: Высшая школа, 1986, 120 с.
4. Ключев А.С и др. Техника чтения схем автоматизации технологических процессов.- М.: Энергия, 1987, 270 с.
5. Князевский Б.А., Трунковский Л.Е. Монтаж и эксплуатация промышленных электроустановок., М.: Высшая школа., 1984 .
6. Коновалов Л.И., Петелин Д.П. Элементы и системы автоматики., М.: Высшая школа., 1985 , 243 с.
7. Левин Р.В. Автоматика и автоматизация в строительстве., Т., Укитувчи., 1992 г.
8. Мансуров Х.М. Автоматика ва ишлаб чиқариш процессларини автоматлаштириш., Т: Ўқитувчи., 1987 й.
9. Мажидов С. Электротехникадан руча-ўзбекча луғат-справочник., Т.: Ўқитувчи., 1985, 250 б.
10. Методические указания к лабораторным работам с элементами УИРС по курсу «Автоматика и автоматизация в строительстве»., Сост. Левин Р.В., Самарканд, 1981
11. Папушин В.В., Лукьянов А.К., Новицкий О.А. Основы автоматики, вычислительной и микропроцессорной техники., М.: Агропромиздат., 1989 г.
12. Попкович Г.С., Гордеев М.А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения: Учебник для вузов.-М.: «Высшая школа»., 1986 г.
13. Практикум по курсам «Основы автоматики и автоматизации», «Управление техническими системами»: Абдазимов А.Д., Омонов Н.Н. / Таш.гос.тех.уни-тет. Ташкент, 2003, 64 с.
14. Электрические измерения./ Под ред., д.т.н. В.Н. Малиновского/, М.:

- Энергоиздат, 1983, 392 с.
15. Юсупбеков Н.Р., Б.Э. Мухамедов, Ш.М.Фуломов. Технологик жараёнларни бошқариш системалари.,Т.: Ўқитувчи., 1997, 705 б.
 16. Давыдов Ю.С., Нефедов С.В «Техника автоматического регулирования в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, Москва, «Стройиздат», 1977г.,216с.

Приложение 1.

Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля.

(по А.С. Ключеву)

Прочитать схему – это значит почерпнуть из нее сведения, необходимые для выполнения определенной работы. Читая, например структурную и функциональные схемы, получают представление о структуре устройства, функциональных узлах и их взаимодействии. Чтение принципиальных схем поможет выявить принцип действия, определить поведение устройства в тех или иных режимах, выяснение уставок, которую нужно задать приборам и устройствам и т.д. Читая монтажную схему, определяют, как нужно расположить, промаркировать и соединить изделия в пределах пульта, щита, стativa. Чтение схем внешних соединений и планов проводок указывает, как надлежит выполнить внешние соединения между щитами, пультами, стativaми, отдельно стоящими аппаратами, приемными и отборными устройствами.

Но в любом случае, прежде чем читать схему, необходимо уяснить, что на ней изображено. Для этого следует:

1) знать и понимать систему построения графических условных обозначений;

2) знать, в каких случаях применяется то или иное обозначение, так как некоторые элементы и их части имеют не одно, а несколько условных обозначений. Кроме того, одно и то же (или очень похожее) обозначение на схемах разных типов имеет различное значение.

Важное место в схемах автоматического управления и контроля занимают приборы и средства автоматизации. К ним относятся группа, с помощью которых осуществляется измерение, регулирование, управление и сигнализация технологических процессов различных производств. Приборы и средства автоматизации подразделяют на измерительные и преобразующие приборы, регулирующие органы и исполнительные механизмы. Для понимания и прочтения всех этих устройств необходимо знать их принцип действия и назначение.

Измерительное устройство, в общем случае, состоит из первичного, промежуточного и передающего измерительных преобразователей.

Первичным измерительным преобразователем (или сокращенно первичным преобразователем) называется элемент измерительного устройства, к которому подведена измеряемая величина. Первичный преобразователь занимает первое место в измерительной цепи (канале измерения). Примерами

первичных измерительных преобразователей могут служить: преобразователь термоэлектрический (термопара), сужающее устройство для измерения расхода и т. п. Первичные измерительные преобразователи часто называют датчиками.

Промежуточным измерительным преобразователем (или сокращенно промежуточным преобразователем) называется элемент измерительного устройства, занимающий в измерительной цепи место после первичного преобразователя. Основное назначение промежуточного преобразователя — преобразование выходного сигнала первичного измерительного преобразователя в форму, удобную для последующего преобразования в сигнал измерительной информации для дистанционной передачи. Примером промежуточного измерительного преобразователя может служить мембранный блок дифманометра - расходомера. В измерительной цепи измерения расхода он занимает место непосредственно после сужающего устройства и преобразует перепад давления на сужающем устройстве в соответствующее перемещение мембраны мембранного блока и связанной с ней механической системой прибора.

Передающим измерительным преобразователем (или сокращенно передающим преобразователем) называется элемент измерительного устройства, предназначенный для дистанционной передачи сигнала измерительной информации. Примером передающего преобразователя могут служить разные электрические или пневматические преобразователи встраиваемые в дифманометры - расходомеры. Например, перемещение мембраны, изменяющее положение сердечника дифференциального трансформатора дифманометра.

К первичным преобразователям также относятся отборные и приемные устройства. Под отборными и приемными устройствами понимают устройства, встраиваемые в технологические аппараты и трубопроводы для отбора контролируемой среды и измерения ее параметров. Примерами таких устройств могут служить устройства отбора давления в аппарате или трубопроводе, устройства отбора среды для определения, например, ее концентрации, щелочности и др.

Их изображают на схемах в непосредственной близости от объекта измерения.

Измерительным прибором называется средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

Измерительные приборы могут иметь различные функциональные отличия. Они могут быть показывающими, регистрирующими, самопишущими, интегрирующими и т. д. Кроме того, в них могут быть встроены регулирующие, преобразующие и сигнализирующие устройства.

В связи с этим условные обозначения приборов и преобразующих устройств состоят из основного условного изображения прибора или устройства и вписываемых в него обозначений контролируемых и регулируемых величин, а также их функциональных признаков.

Регулирующие органы по конструкции представляют собой устройства,

монтируемые непосредственно в технологические трубопроводы. Это различные клапаны, заслонки, шиберы и т. п. Управление регулирующими органами осуществляется исполнительными механизмами, выполняющими функции их приводов.

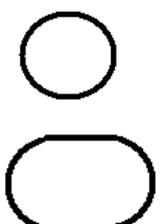
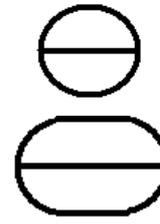
Исполнительные механизмы в отличие от регулирующих органов представляют собой относительно сложные многоэлементные устройства. Они отличаются друг от друга принципом действия, техническими и эксплуатационными характеристиками, а также конструктивными особенностями. По роду используемой энергии исполнительные механизмы подразделяются на гидравлические, пневматические, электрические и комбинированные.

Для всех измерительных преобразователей (датчиков), а также приборов устанавливаемых по месту, принято единое графическое обозначение в виде окружности или овала в зависимости от объема вписываемых буквенных обозначений. То же обозначение, но разделенное горизонтальной чертой на две равные половины соответствует приборам, устанавливаемым на щите или пульте.

Поскольку для отборных устройств постоянно подключенных приборов специальное обозначение отсутствует, предусмотрено специальное графическое условное обозначение отборного устройства в виде полукруга, к которому подведена линия связи.

В отличие от обозначения приборов, все без исключения исполнительные механизмы обозначают квадратиком или кружком с отрезком линии связи. Небольшой размер обозначения объясняется тем, что в него не требуется вписывать буквенное обозначение.

Таблица 3.1. Графические условные обозначения приборов и средств автоматизации по ОСТ 36. 27-77

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>
Первичный измерительный преобразователь (датчик); прибор, устанавливаемый по месту; на технологическом трубопроводе, аппарате, стене, полу, колонне, металлоконструкции:	
а) базовое обозначение	
б) допускаемое обозначение	
а) базовое обозначение	
б) допускаемое обозначение	

Исполнительный механизм. Общее обозначение.

Регулирующий орган



Для получения полного обозначения прибора или средства автоматизации в его графическое условное обозначение в виде круга или овала вписывают буквенное условное обозначение, которое и определяет назначение, выполняемые функции, характеристики работы.

Все буквенные обозначения построены на буквах латинского алфавита (см. приложение 5).

Условные обозначения строят на основании общего принципа построения буквенных обозначений, когда место расположения буквы определяет ее значение. Поэтому вся необходимая информация о приборе или средстве автоматизации уложилась в объем латинского алфавита и математических знаков.

В табл. 3.2 приведены основные значения первой буквы в условном обозначении.

Из таблицы видно, что в ней отсутствуют буквы A, B, C, I, N, O, Y, Z. Все эти буквы являются резервными и могут быть использованы в необходимых случаях для ввода в обозначение информации, не предусмотренной ГОСТ. Буква X не рекомендуется к применению.

Стандарт не допускает применения одной и той же резервной буквы в одной и той же документации для обозначения разных величин, понятий.

Таблица 3.2. Основные буквенные условные обозначения измеряемых величин

Обозначение	Основное значение первой буквы, обозначающее измеряемую величину	Обозначение	Основное значение первой буквы, обозначающее измеряемую величину
D	Плотность	P	Давление, вакуум
E	Любая электрическая величина	Q	Величина, характеризующая качество: состав, концентрацию и т. п.
F	Расход	R	Радиоактивность
G	Размер, положение, перемещение	S	Скорость, частота
Y	Ручное воздействие	T	Температура
K	Время, временная программа	U	Несколько разнородных измеряемых величин

L	Уровень	V	Вязкость
M	влажность	W	Масса

Для обозначения функций, выполняемых прибором, служат семь букв, приведенных в табл. 3.3.

Сигнализацию обозначают, как показано в табл. 3.3, буквой А. Это обозначение применяют независимо от того, вынесена сигнальная аппаратура (арматура) на какой-либо щит или пульт или встроена в сам прибор.

Предельные значения измеряемых величин конкретизируют буквами Н и L (верхний уровень, нижний уровень).

Контактное устройство прибора, выполняющее коммутационные операции (включение, отключение, блокировку и т. п.), обозначают буквой S.

Если контактное устройство наряду с коммутационными выполняет и сигнальные функции, то в этом случае для его обозначения используют буквы S и А.

Зная, какую информацию могут передать буквы, рассмотрим принцип построения всех буквенных обозначений.

Основное буквенное обозначение вписывают в верхнее поле условного графического обозначения прибора (окружности, овала). В поле под чертой указывают позиционное обозначение данного прибора в конкретной схеме измерения, регулирования, сигнализации управления.

Принята следующая очередность записи информации в буквенном условном обозначении:

Сначала записывают обозначение основной измеряемой величины и ее уточнение, если это требуется. Затем указывают функциональные признаки прибора, которые, если их несколько у прибора, также записывают в строго определенной последовательности: показание **I**; регистрация **R**; регулирование, управление **C**; включение, отключение, переключение **S**; сигнализация **A**. Следует помнить, что в условное обозначение прибора вносят буквенные символы только тех его функциональных признаков, которые используют в данной конкретной схеме. Например, если у показывающего и самопишущего манометров в данной схеме используется только показание, его обозначают PI, а не PIR.

Так, если прибор применен только для включения (отключения) оборудования, его обозначают LS; для сигнализации (местной, дистанционной) LA; для включения (отключения) и сигнализации LSA; для регулирования уровня LC.

При уточнении значения измеряемого параметра буквы D, F, Q могут быть записаны строчными *d, f, q*.

При чтении условного обозначения комплекта средств автоматизации, состоящего из нескольких единичных обозначений, связанных друг с другом, необходимо помнить, что во всех единичных обозначениях устройств, входящих в комплект, первая буква обозначения указывает измеряемый комплект параметр (температура, давление, уровень и т. п.).

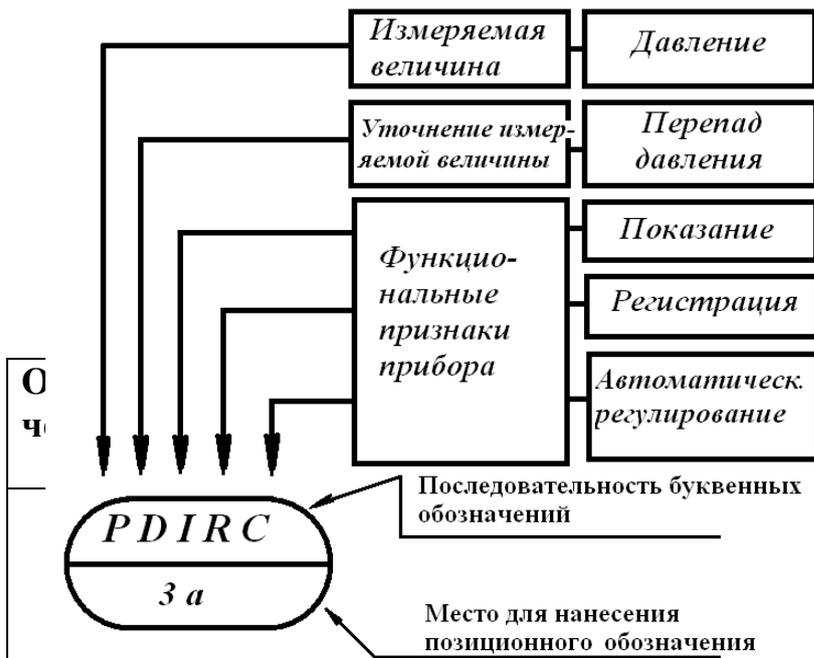


Рис. 3.1 Пример условного обозначения прибора.

Таблица. 3.3. Буквенные условные обозначения функций, выполняемых

Обозначение	Дополнительное значение
H	Верхний предел измеряемой величины
L	Нижний предел измеряемой величины
I	Включение, отключение, переключение
R	Регистрация

прибором

Таблица 3.4. Дополнительные буквенные обозначения, уточняющие измеряемый параметр

Обозначение	Дополнительное значение первой буквы
D (d)	Разность, перепад
F (f)	Соотношение, доля, дробь
I	Автоматическое переключение, обегание
Q (q)	Интегрирование, суммирование по времени

Таблица 3.5. Примеры буквенных кодов для обозначения элементов электрических схем.

Элемент электрической схемы	Буквенный код
Усилитель	A
Датчик температуры (термопара)	BK
Предохранитель плавкий	FU
Аккумуляторная батарея	GB
Сигнальная лампа	HL
Реле	
тока	KA
промежуточное	KL
указательное	KN
электротепловое	KK
времени	KT
напряжения	KV
мощности	KW
Контактор, пускатель	KM
Дроссель	L
Амперметр	PA
Вольтметр	PV
Частотомер	PF
Часы, измеритель времени действия	PT
Устройства коммутационные	S
Выключатель или переключатель	SA
Выключатель кнопочный	SB
Переключатель измерений	SN
Выключатель автоматический	SF
Трансформатор тока	TA
Трансформатор напряжения	TV
Диоды, стабилитроны	VD
Выпрямительный мост	VZ
Транзистор	VT
Тиристор	VS
Соединение контактное	X
Гнездо разъемного соединения	XS

Приложение 2.

Условные графические обозначения элементов электрических схем

1. Контакт коммутационного устройства

а) замыкающий

б) размыкающий

2. Контакт реле времени замыкающий с замедлителем, действующий

а) при срабатывании

б) при возврате

в) при срабатывании и возврате

3. Обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя и магнитного усилителя

4. То же, с ферромагнитным сердечником

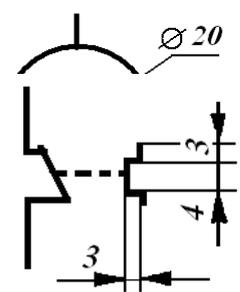
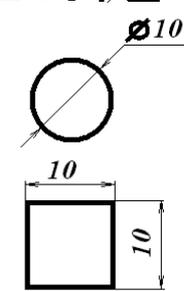
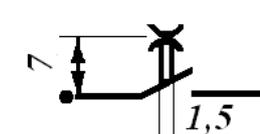
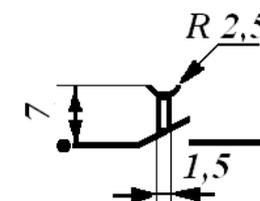
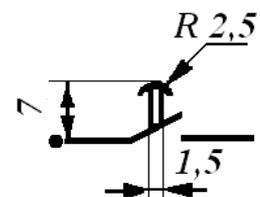
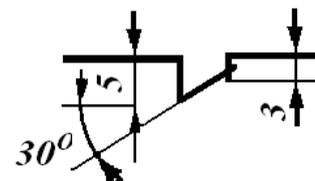
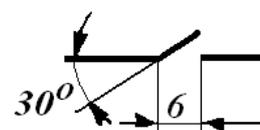
5. Прибор измерительный:

а) показывающий

б) регистрирующий

6. Электродвигатель. Общее обозначение

7. Контакт электротеплового реле



8. Выключатель трехполюсный

9. Лампа накаливания. Осветительная и сигнальная

10. Выключатель кнопочный нажимной

а) с замыкающим контактом

б) с размыкающим контактом

11. Соединение контактное разъемное

12. Катушка электромеханического устройства (реле, магнитного пускателя))

13. Катушка электротеплового реле

14. Резистор

а) постоянный

б) переменный с разрывом цепи (реостат)

в) переменный без разрыва цепи (потенциометр)

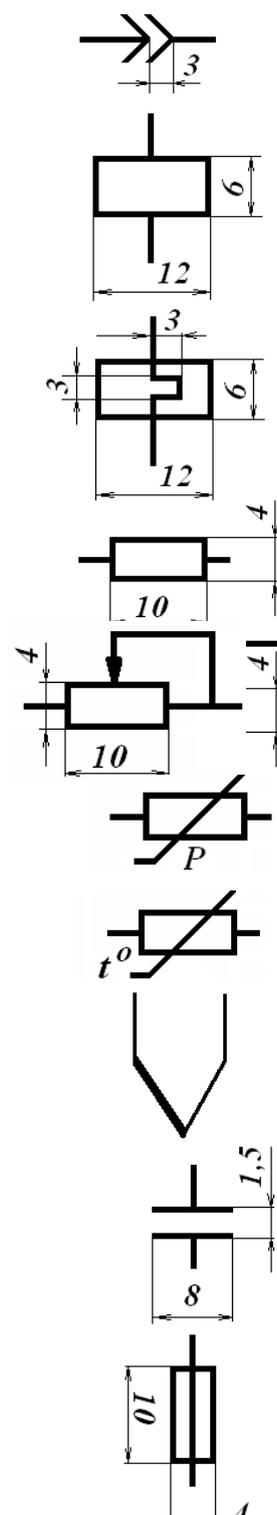
15. Тензорезистор

16. Термосопротивление

17. Термопара

18. Конденсатор постоянной ёмкости

19. Предохранитель плавкий

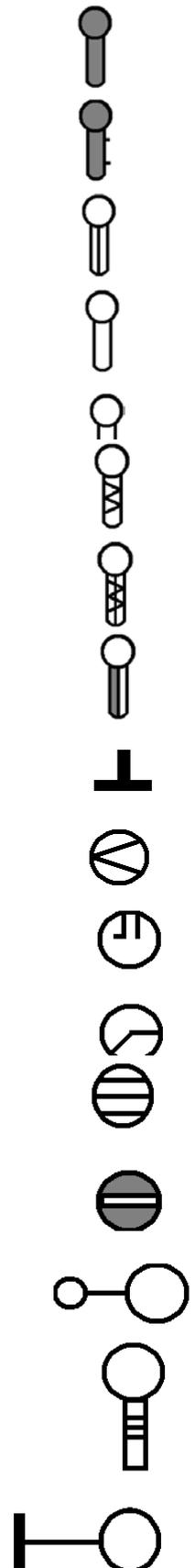


20. Звонок электрический



Условные обозначения приборов и средств автоматизации

1. Термометр расширения стеклянный
2. Термометр расширения стеклянный электроконтактный
3. Термопара двойная
4. Термопара одинарная
5. Термобаллон манометрического термометра
6. Термометр сопротивления одинарный
7. Термометр сопротивления двойной
8. Термометр биметаллический (дилатометрический)
9. Отборное устройство (давления, уровня, состава газов и жидкости)
10. Сужающее устройство для измерения расхода по перепаду давления (острие изображения направляется против потока)
11. Трубка пневмометрическая
12. Приёмное устройство измерителя потока
13. Приемное устройство ультразвуковое (расходомера, уровнемера и др.)
14. Приемное устройство расходомера электромагнитного
15. Приемное устройство поплавковое
16. Приемное устройство радиоактивное
17. Приемное устройство уровнемера ультра коротковолнового



18. Приемное устройство емкостное (уровнемера, толщиномера и др)

19. Приемное устройство влагомера



20. Приемное устройство для измерения физико-химического состава и качества вещества



21. Приемное устройство



22. Приемное устройство фотометрическое (уровень и др)



23. Приемное устройство динамометрическое



Виды передач дистанционного воздействия

24.. Электрическая передача



25. Гидравлическая передача



26. Пневматическая передача



27. Механическая передача



28. Исполнительный механизм поршневой



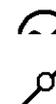
29. Исполнительный механизм мембранный



30. Исполнительный механизм электромагнитный



31. Исполнительный механизм с электродвигателем переменного тока



с электродвигателем постоянного тока

32. Заслонка регулирующая



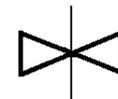
33. Шибер регулирующий



34. Клапан регулирующий проходной



35. Клапан регулирующий трехходовой



36. Регулирующий орган



37. Счетчик жидкости, газа

38. Расходомер постоянного перепада



39. Переключатель измерительных цепей



40. Кнопка управления



Приложение 4.

Оформление отчета по лабораторным работам.

*Ўзбекистон республикаси Олий ва ўрта махсус
(Arial 18, курсив)*

таълим вазирлиги

*Мирзо Улугбек номидаги архитектура – қурилиш институти (Arial 18,
курсив)*

Ер усти транспорт тизимлари ва машинасозлик кафедраси (Arial 16, курсив)

*“Машинасозлик ишлаб чиқаришини автоматлаштириш асослари” фанидан
лаборатория ишлари бўйича (Arial 16)*

Ҳ И С О Б О Т(Arial 26, жирн)

Бажарди: (имзо)

*Рахмонов Т.
301-МТЖ гуруҳи талабаси*

Қабул қилди: (имзо)

С.У.Бакибаев

(Arial 16, курсив)

Самарқанд – 2007 й.

*Министерство высшего и средне-специального образования республики
Узбекистан*

(Arial 16, курсив)

Самаркандский государственный архитектурно -строительный институт им.

Мирзо Улугбека

(Arial 16, курсив)

Кафедра Наземные транспортные системы и машиностроение

(Arial 14, курсив)

О Т Ч Ё Т(Arial 26, жирн., пробел)

по лабораторным работам по дисциплине «Автоматизация и контроль
технологических процессов»

(Arial 16)

Выполнил: (подпись)

*М.Насыров
студент 402 группы АМХ*

(Arial 16,

курсив)

Проверил: (подпись)

*С.У.Бакибаев
ст.преподаватель*

« ____ » _____ 2007 г.

Самарканд – 2007 г.

Образец
СОДЕРЖАНИЕ

Исследование характеристик фотодатчиков..... 2

1. Изучение устройства и принципа работы многоцепных

командных приборов (МКП, КЭП – 12У) 5

2. Изучение устройства , принципа работы реле времени

различных типов и снятие их характеристик 9

3. Релейные элементы САР и снятие их характеристик 12

(и т.д по программе)

Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата	91			
Разраб.						Лит.	Лист	Листов

Лабораторная работа № 1

Определение характеристик фотоэлектрических датчиков.

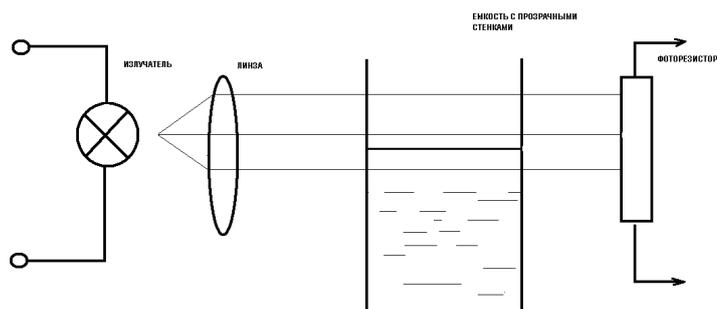
Цель работы: Ознакомление с параметрами и изучение принципов действия и устройств фотодатчиков и фотореле различных типов, определение характеристик

Оборудование и приборы: фотосопротивления ФСК-1, установка для снятия их характеристик, секундомер.

I. Общие сведения. Фотодатчики представляют собой приборы, реагирующие на световое излучение изменением электрического сопротивления (фоторезисторы, фотоэлементы с внешним фотоэффектом) или появлением разности потенциалов (фотодиоды, фототранзисторы) и т.д

Пример оформления и обозначения в отчете рисунков.

Рис. 1.1. Схема контроля уровня материала



Пример оформления и обозначения в отчете таблиц.

Вариант №	$T_{Ц}$	$T_{Н1}$	T_{01}	$T_{Н2}$	T_{02}	$T_{Н3}$	T_{03}	$T_{Н4}$	T_{04}
1	0,70	0,10	0,21	0,63	0,65	0,50	0,70	0,32	0,55
2	3,5	0,2	2,1	1,3	2,6	3,2	3,4	0,9	1,8
3	2,9	1,1	2,1	0,8	1,7	0,5	2,1	1,8	2,0
4	4,0	2,5	3,5	1,4	3,6	3,7	3,8	1,7	3,9

						Лист
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		