


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»

Утверждено на заседании кафедры
«Промышленная автоматика
и робототехника»
«17» января 2023 г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой

 О.А. Ерзин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И
УПРАВЛЕНИЯ»
основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры
по направлению подготовки
15.04.06 Мехатроника и робототехника
с направленностью (профилем)
Высокоточные мехатронные и электронные системы**

Формы обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150406-03-23

Тула 2023 год

Практическая работа № 1

Принципы типизации, унификации и агрегатирования в устройствах автоматизации

Цель работы: изучение принципов типизации, унификации и агрегатирования, применяемых при построении современных средств автоматизации и автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Общие сведения

Типизация - это обоснованное сведение многообразия избранных типов конструкций машин, оборудования, приборов к небольшому числу наилучших с какой-либо точки зрения образцов, обладающих существенными качественными признаками. Например, типизация технологических процессов заключается в выборе для внедрения из всей массы действующих технологий только наиболее производительных и рентабельных. В процессе типизации разрабатываются и устанавливаются типовые конструкции, содержащие общие для ряда изделий (или их составных частей) базовые элементы и конструктивные параметры, в том числе перспективные, учитывающие последние достижения науки и техники. Процесс типизации эквивалентен группированию, классификации некоторого исходного, заданного множества элементов в ограниченный ряд типов с учетом реально действующих ограничений, целей типизации; другими словами, типизация является оптимизационной задачей с ограничениями.

Типизация предшествует унификации - приведению различных видов продукции и средств ее производства к рациональному минимуму типоразмеров, марок, форм, свойств и т.п. Унификация вносит единообразие в основные параметры типовых решений технических средств, необходимое для их совместного использования в АСУ ТП, и устраняет неоправданное многообразие средств одинакового назначения и разнотипность их частей.

Одинаковые или разные по своему функциональному назначению устройства, их блоки, модули, но являющиеся производными от одной базовой конструкции, образуют унифицированный ряд. Унификация позволяет за счет применения общих и типовых конструктивных решений использовать принцип агрегатирования, создавать на одной основе различные модификации изделий, выпускать технические средства одинакового назначения, но с различными техническими характеристиками, удовлетворяющими потребностям того или иного производства, технологии. Такие изделия одного типа, но с различными техническими параметрами образуют параметрический ряд.

Агрегатирование предусматривает разработку и использование ограниченной номенклатуры типовых унифицированных модулей, блоков, устройств и унифицированных типовых конструкций для построения множества проблемно-ориентированных установок и комплексов, технические параметры которых в значительной степени удовлетворяют потребностям целям. Типизация, унификация и агрегатирование являются основополагающими принципами построения современных средств автоматизации и АСУ ТП и обеспечивают возможность эффективного их использования при комплексной автоматизации производства, в частности, при проектировании и внедрении АСУ технологическими объектами и агрегатами [1-4].

Система ГСП

Принципы типизации, унификации и агрегатирования впервые получили развитие в Государственной системе промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП), созданной в бывшем СССР и предназначенной для создания автоматических и автоматизированных информационно-управляющих систем. Изделия ГСП komponуются в агрегатные комплексы технических средств, ориентированные на решение типового состава функциональных задач, и вместе с типовыми проектными решениями значительно упрощают проектирование АСУ ТП, создают основу для «индустриализации» проектирования, что весьма важно для ускорения темпов внедрения АСУ ТП. Являясь частью такой сложной системы, как АСУ ТП, комплекс технических средств (КТС) также представляет собой сложную систему аппаратных и аппаратно-программных средств. Понятие «сложная система» здесь понимается как множество взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем, выполняющих самостоятельные и общесистемные функции и имеющих собственные и общие цели. Поэтому представляется необходимым решение проблемы проектирования комплекса технических средств для АСУ ТП с единой методологической позиции - позиции системного подхода, что в данном случае означает:

- использование концепций теории систем управления (общесистемные функции и цели, распределенность, многоуровневость и иерархичность структуры АСУ ТП);
- исследование технологических объектов управления и учет особенностей их эксплуатации с целью выбора ограничений при формировании типового состава функциональных задач КТС и состава индивидуальных задач данного объекта автоматизации;
- организацию внутренней структуры КТС (с учетом распределенности, иерархичности и многоуровневости АСУ ТП) на основе принципов типизации, унификации и агрегатирования;
- оптимизацию системотехнических, схемных, конструктивных и программных решений для упорядочения номенклатуры КТС (в том числе оптимизацию распределения функциональных задач, решаемых аппаратными и программными средствами);

- прогнозирование развития функционально-алгоритмической структуры АСУ ТП в процессе эксплуатации и эволюции технического обеспечения.

Исследования и оценка задач автоматизации в различных отраслях промышленности показывают, что в настоящее время только в группе датчиков имеется потенциальный спрос на приборы для измерения более 2000 физических величин, а это с учетом известных методов измерений, диапазонов значений измеряемых величин и условий эксплуатации может привести к необходимости изготовления нескольких десятков тысяч модификаций датчиков. Так как даже простейшая локальная система регулирования кроме датчика включает в себя ряд других устройств, то индивидуальный подход к разработке средств для АСУ ТП, приводящий к неоправданному многообразию этих средств, нецелесообразен. Следовательно, одна из главнейших задач, решаемых агрегатными комплексами, состоит в создании ограниченной номенклатуры унифицированных устройств, способных максимально удовлетворять потребности народного хозяйства.

Сокращение номенклатуры средств автоматизации достигается объединением их в отдельные функциональные группы путем сведения функций этих устройств к ограниченному числу типовых функций. Оптимизация состава каждой группы обеспечивается разработкой параметрических рядов изделий. В основу ряда заложены более узкая специализация выполняемых функций (типизация инструментальных методик измерения или метода преобразования информации), ограничения по видам и параметрам сигналов, несущих информацию о контролируемой величине или команде управления, ограничения по техническим параметрам изделий, пределам измерений, классам точности, параметрам питания и т. д. и, наконец, унификация конструктивного исполнения изделий. Существенное сокращение числа различных функциональных устройств достигается обеспечением их совместимости в автоматизированных системах управления. Концепция совместимости, включающая в себя требования информационного, энергетического, конструктивного, метрологического и эксплуатационного сопряжений между средствами автоматизации, основана на последовательной унификации и стандартизации свойств и характеристик изделий.

Применительно к информационным связям термин «унификация» означает введение ограничений, налагаемых на сигналы, несущие сведения о контролируемой величине или команде. Унифицируются виды носителей нормированной информации (электрические – сигналы, коды и согласование входов и выходов; вещественные – с механическим носителем на перфокартах, перфолентах, бланках для записи и печати, с магнитными носителями).

Конструктивная совместимость изделий предусматривает прежде всего унификацию присоединительных размеров отдельных узлов, деталей, модулей, введение типовых конструктивов, создание единой элементной базы, разработку общих принципов конструирования приборов. При конструировании

устройств ГСП был принят блочно-модульный принцип построения изделий. Применение этого принципа делает приборы более универсальными, позволяет использовать при их создании рациональный минимум конструктивных элементов (сокращается количество наименований деталей). Вместе с тем возможность простой и легкой замены отдельных узлов позволяет модернизировать эти приборы в процессе эксплуатации, повышает их ремонтпригодность и расширяет круг решаемых ими задач (путем различных сочетаний функциональных звеньев и введением специализированных деталей). Блочно-модульное построение приборов позволяет широко применять при их изготовлении современную технологию и максимально использовать кооперацию и специализацию предприятий.

Стандартизируются также общие технические требования к средствам автоматизации и условиям их работы в АСУ ТП. Ввиду многообразия производств и технологических процессов важное место отводится разделению приборов и устройств по группам условий эксплуатации. По защищенности от воздействия окружающей среды средства автоматизации подразделяются на следующие исполнения: обыкновенное, пылезащищенное, взрывозащищенное, герметическое, водозащищенное, защищенное от агрессивной среды. В зависимости от предполагаемых механических воздействий предусматривается обыкновенное и виброустойчивое исполнение.

Нормируются метрологические характеристики изделий (виды погрешностей, методы нормирования погрешностей отдельных устройств, погрешностей совокупности звеньев и систем, классы точности и методы аттестации). Этим достигается метрологическая совместимость различных технических средств АСУ ТП [2-4].

Классификация приборов и средств автоматизации. Унифицированные сигналы

Средства автоматизации по роду используемой вспомогательной энергии носителя сигналов в канале связи, применяемой для приема и передачи информации и команд управления, делятся на электрические, пневматические и гидравлические. В отдельных видах изделий могут быть использованы и другие виды энергии носителей сигналов (акустическая, оптическая, механическая и др.). Существуют также устройства, работающие без использования вспомогательной энергии (приборы и регуляторы прямого действия).

Устройства, питающиеся при эксплуатации энергией одного рода, образуют единую структурную группу или «ветвь».

АСУ ТП, комплектуемые из приборов электрической ветви, имеют преимущества по чувствительности, точности, быстродействию дальности связей, обеспечивают высокую схемную и конструктивную унификацию приборов. Применение интегральных микросхем способствует уменьшению габаритов и веса приборов, сокращению количества потребляемой ими энергии,

повышению их надежности, расширению их функциональных возможностей (создание многофункциональных приборов), позволяет применять при их изготовлении современную прогрессивную технологию. Применение в АСУ ТП аналоговых и цифровых микросхем и микропроцессоров особенно важно в группе контрольно-измерительных приборов, так как обеспечивает возможность их непосредственной связи с УВМ.

Приборы пневматической ветви характеризуются безопасностью применения в легковоспламеняемых и взрывоопасных средах, высокой надежностью в тяжелых условиях работы, особенно при использовании в агрессивной атмосфере. Они легко комбинируются друг с другом. Однако пневматические приборы уступают электронным в тех случаях, когда технологический процесс требует больших быстродействий или передачи сигналов на значительные расстояния.

Гидравлические приборы позволяют получать точные перемещения исполнительных механизмов при больших усилиях.

Унифицированный сигнал - это сигнал дистанционной передачи информации с унифицированными параметрами, обеспечивающий информационное сопряжение (интерфейс) между блоками, приборами и другими средствами автоматизации.

Под унифицированным параметром сигнала средства автоматизации понимается тот его параметр, который является носителем информации, а именно - значение постоянного или переменного тока или напряжения, или частоты, код, давление воздуха пневматического сигнала.

В зависимости от вида унифицированных параметров в средствах автоматизации применяют унифицированные сигналы четырех групп:

1. тока и напряжения электрические непрерывные;
2. частотные электрические непрерывные;
3. электрические кодированные;
4. пневматические.

В последние годы широкое распространение получили унифицированный сигнал постоянного тока – 4...20 мА, а также, в связи с развитием компьютерных технологий, цифровые интерфейсы RS-232 и RS-485. распространение получил также цифровой протокол HART. Этот открытый стандартный гибридный протокол двунаправленной связи предусматривает передачу цифровой информации поверх стандартного аналогового сигнала 4...20 мА. Бурно развивается системная интеграция первичных преобразователей с использованием различных разновидностей промышленных сетей Foundation Fieldbus, ModBus, Profibus и др. При этом используется полностью цифровой коммуникационный протокол для передачи информации в обоих направлениях между измерительными преобразователями и системами

управления, существенно облегчая взаимозаменяемость приборов разных мировых производителей [4,5].

Агрегатные комплексы

В настоящее время в СНГ и за рубежом продолжаются работы по созданию агрегатных комплексов (АК) технических средств многопланового применения, являющихся развитием системотехнического подхода в приборостроении. АК представляют собой группы устройств с высоким уровнем унификации.

Агрегатный комплекс есть совокупность изделий, взаимосвязанных между собой по функциональному назначению или области применения, конструкции, основным параметрам и техническим данным. АК содержит технически и экономически обоснованную номенклатуру изделий, созданных на единой конструктивной, элементной и технологической базе, с использованием блочного принципа построения на основе базовых моделей и обеспечивает решение всех функциональных задач, соответствующих назначению комплекса.

Агрегатирование средств автоматизации в проблемно-ориентированные комплексы является одним из важнейших принципов построения агрегатных комплексов. Это означает построение функционально более сложных устройств из ограниченного набора более простых изделий (модулей) методом «наращивания и стыковки» простых изделий на основе функциональной, информационной и конструктивной совместимости.

В настоящее время реализуются два структурно различных пути агрегатирования:

- за счет агрегатного соединения унифицированных модулей и блоков на основе общей унифицированной базовой конструкции или нескольких конструкций;
- за счет использования унифицированных типовых конструкций.

Под унифицированным модулем понимается конструктивно целостная ячейка, выполняющая одну типовую функцию, например: источник питания, модуль усилителя постоянного тока, коммутатор сигналов и т. п.

Унифицированные блоки представляют собой объединение унифицированных модулей для реализации типовой автономной функции, имеющей самостоятельное и многоплановое применение, например блок регистрации и контроля, блок многоканального регулирования и т. п. Унифицированные блоки являются автономными изделиями, изготавливаемыми на основе унифицированной базовой конструкции.

В качестве примера рассмотрим агрегатный комплекс средств электроизмерительной техники (АСЭТ), который представляет собой совокупность технических средств, обеспечивающих автоматизацию измерений и предназначенных для построения на их основе измерительных систем, для применения в составе других агрегатных комплексов и использования в виде автономных приборов и устройств.

Устройства АСЭТ используются для измерения физических величин электрическими методами и представления получаемой измерительной информации при контроле и управлении технологическими процессами в энергетике, металлургии, химии и других отраслях промышленности, в научных исследованиях, разведочных, испытательных и поверочных работах, в том числе совместно с машинными средствами обработки информации в АСУ ТП.

В АСЭТ входят группы устройств для сбора и преобразования информации, для обработки и хранения информации; для управления и формирования управляющих воздействий, а также некоторые вспомогательные устройства.

Дальнейшим развитием АСЭТ является расширение ее до уровня параметрического ряда каждой из номенклатурных групп устройств. Параметрические ряды основных номенклатурных групп устройств АСЭТ были составлены с учетом перспективной потребности в средствах электроизмерительной техники и тенденции развития этих средств в бывшем СССР и за рубежом [3,4].

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям типизация, унификация, агрегатирование.
2. Какими средствами осуществлялась реализация типовых функций АСУ ТП в ГСП?
3. Что такое унифицированный сигнал? Какие унифицированные сигналы получили распространение в последние годы?
4. Что представляет собой агрегатный комплекс?

План практического занятия

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) выбрать приборы и средства автоматизации с учетом необходимого исполнения и унификации, а также типа унифицированного сигнала.

Рекомендуемая литература

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский,

А.А. Ключев]; Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.

2. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др.; Под общ. ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. с.5-20.

3. Справочник по средствам автоматики / [Б.И. Филиппович, А.П. Шорыгин, В.А. Царьков и др.]; Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. – м.: Энергоатомиздат, 1983. с.22-35.

4. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1989. с.29-72.

5. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.11-34.

6. Жданкин в. Измерительные преобразователи давления // Современные технологии автоматизации. – 2001. - №4. – с.79-86.

Контрольные задания для СРС [1-5]

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
 2. Проанализировать современное состояние и перспективы развития интерфейсов систем автоматики.
-

Практическая работа №2

Функциональные схемы автоматизации

Цель работы: освоение техники чтения функциональных схем автоматизации, получение практических навыков составления функциональных схем систем автоматического измерения, контроля, регулирования и управления.

Общие сведения

Функциональная схема автоматизации является основным техническим документом, определяющим функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок, отдельных машин, механизмов и агрегатов, выполняющих технологический процесс.

Функциональная схема автоматизации представляет собой чертеж, на котором схематически, условными обозначениями изображены: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства, элементы телемеханики) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматизации. Вспомогательные устройства, такие как редукторы и фильтры для воздуха, источники питания, автоматические выключатели и предохранители в цепях питания, соединительные коробки и другие устройства и монтажные элементы, на функциональных схемах автоматизации не показываются.

Для сложных технологических процессов с большим объемом автоматизации схемы могут быть выполнены отдельно по видам технологического контроля и управления, т.е. отдельно выполняют схемы автоматического управления, контроля и сигнализации. Для объектов с несложными технологическими процессами и простыми системами контроля управления функциональные схемы автоматизации могут не составляться. Их заменяют перечнями систем контроля, регулирования, управления и сигнализации.

Прочитать функциональную схему автоматизации означает определить из нее:

1. параметры технологического процесса, которые подлежат автоматическому контролю и регулированию;
2. наличие защиты и аварийной сигнализации;
3. принятую блокировку механизмов;
4. организацию пунктов контроля и управления;
5. функциональную структуру каждого узла контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления;

6. технические средства, с помощью которых решается тот или иной функциональный узел контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления.

Чтобы прочесть функциональную схему автоматизации, необходимо знать принципы построения систем технологического контроля и управления и условные изображения технологического оборудования, трубопроводов, приборов и средств автоматизации, функциональных связей между отдельными приборами и средствами автоматизации, а также иметь представление о характере технологического процесса и взаимодействии отдельных установок и агрегатов технологического оборудования [1-3].

Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации на функциональных схемах

Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах автоматизации показывают в соответствии с действующим ГОСТ 21.404-85.

В отдельных случаях при отсутствии в стандартах необходимых изображений могут быть использованы нестандартные изображения, которые, выполняя на основе характерных признаков изображаемых устройств.

В ГОСТ 21.404-85 принята система обозначений по функциональному признаку, выполняемому данным прибором или средством автоматизации.

Первичные измерительные преобразователи, отборные и приемные устройства, встраиваемые в технологические аппараты и трубопроводы (бобышки, карманы, расширители и т.п.), на функциональных схемах автоматизации не показывают.

Ряд приемных устройств по своей конструкции и принципу действия не требуют непосредственного контактирования с измеряемой средой (радиоактивные устройства - коллиматоры, видеоприемные устройства и т.п.). Их устанавливают и соответственно изображают на функциональных схемах в непосредственной близости от объекта измерения.

Регуляторы прямого действия изображают как совокупность отборного устройства (или первичного преобразователя), линии связи и регулирующего органа (рисунок 2.1, а).

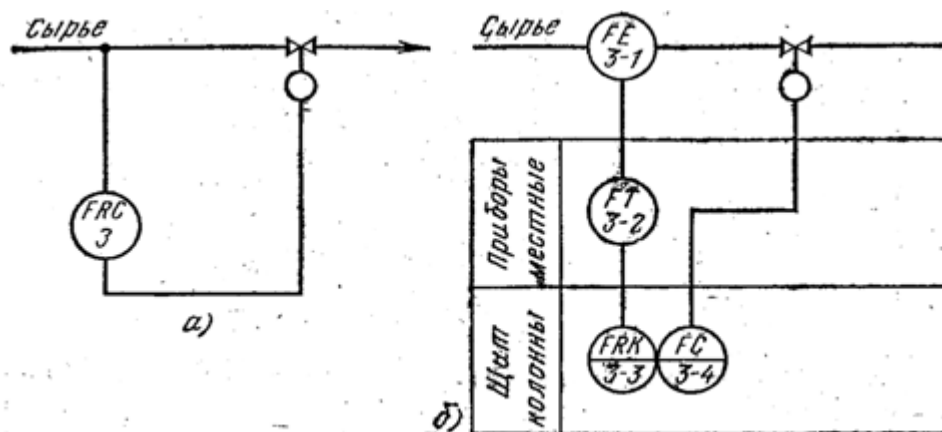


Рисунок 2.1 – Примеры изображения условных обозначений приборов и средств автоматизации упрощенным (а) и развернутым (б) способами

Изображение комплектов приборов и средств автоматизации на функциональных схемах может быть выполнено упрощенным или развернутым способом.

Упрощенный способ применяют в основном для изображения приборов и средств автоматизации на технологических схемах. При упрощенном способе на схемах не показывают первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру. Приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции (контроль, регулирование, сигнализацию и т.п.) и выполненные в виде отдельных блоков, изображают одним условным графическим обозначением.

Развернутый способ применяют для выполнения функциональных схем автоматизации, когда каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект, показывают отдельным условным графическим изображением.

Пример 2.1. На рисунке 2.1,а изображен участок технологического трубопровода, на котором упрощенным способом показан функциональный узел автоматического регулирования расхода технологического сырья. Первичный измерительный преобразователь (диафрагма или сопло) в данном случае не показан. Место установки первичного преобразователя обозначено пересечением линий технологического трубопровода с линией, связывающей этот преобразователь с условным обозначением прибора, осуществляющего сложные функции. На рисунке 2.1,б изображен тот же узел, что и на рисунке 2.1,а, но только развернутым способом.

В системах технологического контроля и управления часто применяют комбинированные и комплексные устройства, например комбинированные измерительные и регулирующие приборы, машины централизованного контроля, полуккомплекты телемеханики, устройства телевидения и т. -п. Такие

устройства обозначают прямоугольником произвольных размеров с указанием внутри прямоугольника типа устройства по документации завода-изготовителя.

Позиционные обозначения приборов и средств автоматизации

Всем приборам и средствам автоматизации, изображенным на функциональных схемах автоматизации, присваивают позиционные обозначения (позиции), сохраняющиеся во всех материалах проекта. На стадии проекта позиционные обозначения выполняют арабскими цифрами в соответствии с нумерацией в заявочной ведомости приборов, средств автоматизации и электроаппаратуры. На стадии рабочей документации и при одностадийном проектировании позиционные обозначения приборов и средств автоматизации образуются из двух частей: арабских цифр - номера функциональной группы и строчных букв русского алфавита - номера прибора и средств автоматизации в данной функциональной группе.

Буквенные обозначения присваивают каждому элементу функциональной группы в порядке алфавита в зависимости от последовательности прохождения сигнала - от устройств получения информации к устройствам воздействия на управляемый процесс (например, приемное устройство-датчик, вторичный преобразователь, задатчик, регулятор, указатель положения, исполнительный механизм, регулирующий орган).

Позиционные обозначения отдельных приборов и средств автоматизации, таких как регулятор прямого действия, манометр, термометр и т.п., состоят только из порядковых номеров.

Позиционные обозначения присваивают всем элементам функциональных групп, за исключением:

- a. отборных устройств;
- b. приборов и средств автоматизации, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием;
- c. регулирующих органов и исполнительных механизмов, входящих в данную автоматическую систему управления, но заказываемых и устанавливаемых в технологических частях проектов.

Показанную на функциональных схемах автоматизации электроаппаратуру на стадии рабочего проекта при одностадийном проектировании обозначают индексами, принятыми в принципиальных электрических схемах.

При определении границ каждой функциональной группы необходимо учитывать следующее обстоятельство: если какой-либо прибор или регулятор связан с несколькими датчиками или получает, дополнительные воздействия по другим параметрам (например, корректирующий сигнал), то все элементы

схемы, осуществляющие дополнительные функции, относятся к той функциональной группе, на которую оказывается воздействие.

В системах централизованного контроля с применением вычислительной техники, в схемах телеизмерения, а также в сложных схемах автоматического управления с общими для разных функциональных групп устройствами все общие элементы выносятся в самостоятельные функциональные группы.

Позиционные обозначения в функциональных схемах автоматизации проставляют, как правило, в нижней части окружности, обозначающей прибор, или рядом с условными графическими обозначениями приборов и средств автоматизации с правой стороны или над ним.

Выполнение функциональных схем автоматизации

Функциональные схемы автоматизации разрабатывают с большей или меньшей степенью детализации. Однако объем информации, представленной на схеме, как правило, обеспечивает полное представление о принятых основных решениях по автоматизации данного технологического процесса и возможность составления на стадии проекта заявочных ведомостей приборов и средств автоматизации, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, основных монтажных материалов и изделий, а на стадии рабочей документации - всего комплекса проектных материалов, предусмотренных в составе проекта.

Функциональные схемы автоматизации могут быть выполнены двумя способами:

1. с изображением щитов и пультов управления при помощи условных прямоугольников (как правило, в нижней части чертежа), в пределах которых указывают устанавливаемые на них средства автоматизации;
2. с изображением средств автоматизации на технологических схемах вблизи отборных и приемных устройств без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульты, пункты контроля и управления.

При выполнении схемы по первому способу на ней показывают все приборы и средства автоматизации, входящие в состав функционального блока или группы, а также место их установки. Преимуществом этого способа является большая наглядность, в значительной степени облегчающая чтение схемы и работу с проектными материалами.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации или механически связанные с ними, изображают на чертеже в непосредственной близости от них. К таким средствам автоматизации относятся: отборные устройства, датчики, воспринимающие воздействие измеряемых и регулируемых величин (измерительные сужающие

устройства, ротаметры, счетчики и т.п.), исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы.

Прямоугольники щитов и пультов располагают в такой последовательности, чтобы при размещении в их пределах обозначений приборов и средств автоматизации обеспечивалась наибольшая простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи. В прямоугольниках могут быть даны номера чертежей общих видов щитов и пультов. В каждом прямоугольнике с левой стороны указывают его наименование.

Приборы и средства автоматизации, которые расположены вне щитов и не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и трубопроводами, условно показывают в прямоугольнике «Приборы местные».

Для облегчения понимания существа автоматизируемого объекта и возможности выбора диапазона измерения и шкал приборов, а также уставок регуляторов на участках линий связи над верхним прямоугольником («Приборы местные») указывают предельные рабочие (максимальные и минимальные) значения измеряемых или регулируемых технологических параметров при установившихся режимах работы. Эти значения дают в единицах шкалы выбираемого прибора или в международной системе единиц без буквенных обозначений.

На схемах автоматизации с правой стороны чертежа приводят необходимые пояснения, например на основании каких документов разработаны схемы автоматизации, краткую техническую характеристику автоматизируемого объекта, таблицы, диаграммы и т.п.

Над основной подписью по ее ширине сверху вниз на первом листе схем в необходимых случаях помещают таблицу условных обозначений, не предусмотренных стандартами. В отдельных случаях таблицы нестандартизированных условных обозначений могут быть выполнены на отдельных листах формата А4.

Пояснительный текст располагают обычно над таблицей условных обозначений (или над основной надписью) или в другом свободном месте.

Контуры технологического оборудования на схемах автоматизации выполняют обычно линиями толщиной - 0,6...1,5 мм, трубопроводные коммуникации - 0,6...1,5 мм, приборы и средства автоматизации - 0,5...0,6 мм, линии связи - 0,2...0,3 мм, прямоугольники, изображающие щиты и пульты - 0,6...1,5 мм.

Пример 2.2. На рисунке 2.2 приведен пример схем автоматизации, выполненных по первому способу.

В схеме двумя прямоугольниками обозначены «Приборы местные» и «Щит колонны». Линии связи между датчиками и отборными устройствами, установленными на технологическом оборудовании, и приборами и средствами автоматизации, установленными по месту и на щите колонны, выполнены с разрывами. На линиях связи над прямоугольником «Приборы местные» указаны предельные рабочие значения измеряемых и регулируемых параметров ($\text{м}^3/\text{ч}$, мм, МПа, ..., мг/л).

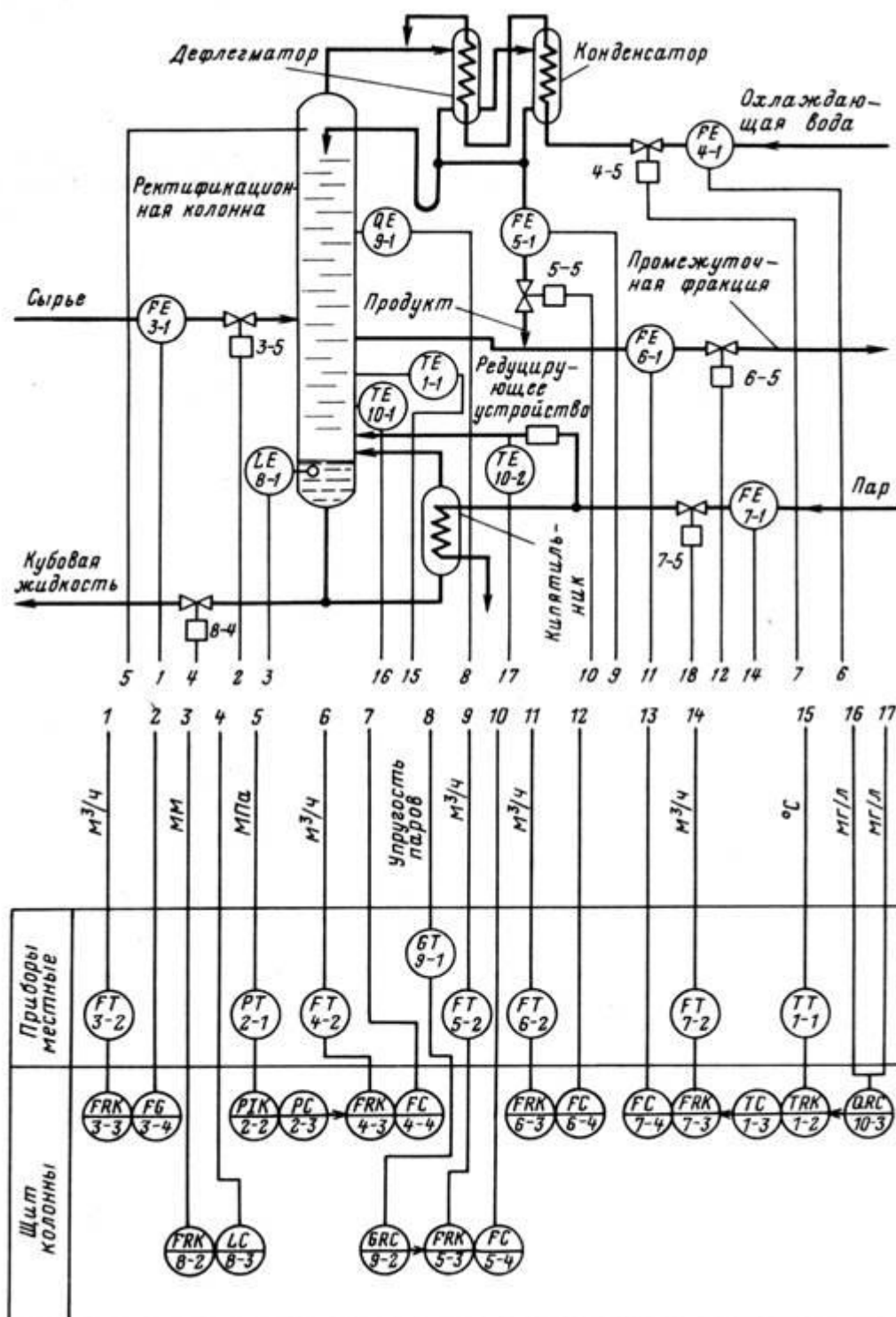


Рисунок 2.2 – Пример выполнения функциональной схемы автоматизации по первому способу с изображением приборов по ГОСТ 21.404-85

Все комплекты аппаратуры контроля и автоматизации имеют цифровое позиционное обозначение. Например, регулирование расхода сырья осуществляется комплектом аппаратуры, состоящим из диафрагмы 3-1, бесшкального дифманометра и регулирующего прибора для измерения расхода 3-3, снабженного станцией управления 3-4, установленной на щите, и исполнительного механизма 3-5. Комплекту присвоен номер 3, а его составным элементам через дефис - цифровые индексы 1-3, 5. Комплект для измерения давления в колонне имеет номер 2 и т. д.

В схеме двумя прямоугольниками обозначены «Приборы местные» и «Щит колонны». Линии связи между датчиками и отборными устройствами, установленными на технологическом оборудовании, и приборами и средствами автоматизации, установленными по месту и на щите колонны, выполнены с разрывами.

При построении схем по второму способу, хотя он и дает только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта, достигается сокращение объема документации. При втором способе позиционные обозначения элементов схемы в каждом контуре регулирования выполняют арабскими цифрами, а исполнительные механизмы обозначения не имеют.

Пример 2.3. На рисунке 2.3 приведена схема автоматизации, выполненная по второму способу. Регулирующие устройства изображены на схеме технологического процесса вблизи отборных устройств и датчиков и обозначены соответствующими арабскими цифрами, которые проставлены в нижней части окружности, изображающей регулирующее устройство. Исполнительные механизмы и отборные устройства обозначений не имеют.

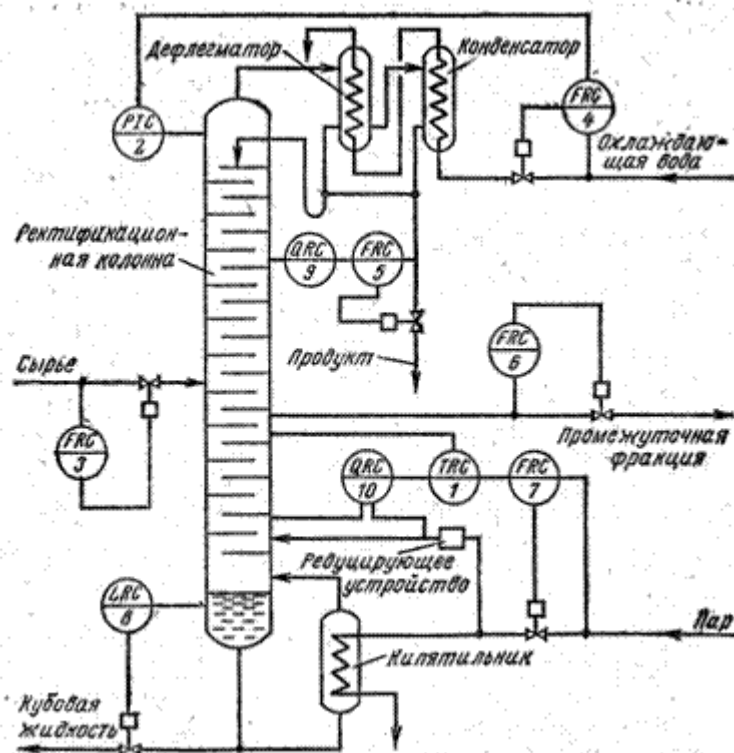


Рисунок 2.3 – Пример выполнения функциональной схемы автоматизации по второму способу

Последовательность чтения функциональных схем автоматизации

Для работы по схемам автоматизации необходимо иметь пояснительную записку к проекту, опись чертежей и спецификацию на приборы, средства автоматизации, электроаппаратуру и запорную арматуру.

При чтении схем автоматизации рекомендуется соблюдать следующую последовательность:

1. прочесть все надписи - основную надпись (штамп), примечания, ссылки на относящиеся чертежи и другие дополнительные пояснения, имеющиеся на чертеже;
2. изучить технологический процесс и взаимодействие всех участвующих в нем аппаратов, агрегатов и установок, начиная с ознакомления с пояснительными записками к проекту автоматизации и технологической части;
3. определить организацию пунктов контроля и управления данным технологическим процессом;
4. вн установить перечень узлов контроля, сигнализации и автоматического регулирования и управления электроприводами, предусмотренных данной схемой.

При этом с помощью спецификаций на приборы и средства автоматизации, электроаппаратуру и запорную арматуру выявляют:

- технические средства, с помощью которых реализуются эти узлы;
- характер взаимодействия отдельных технических средств автоматики с элементами технологического оборудования;
- связь узлов данной схемы автоматизации между собой и с узлами других схем;
- номер чертежа принципиальной схемы каждого узла.

Номера чертежей, относящихся к данной схеме автоматизации, устанавливают по описи чертежей и пояснительной записке к проекту автоматизации. Встречаются случаи выполнения чертежей схем автоматизации, когда номер чертежа принципиальной схемы указывается на линии связи, соединяющей регулирующее устройство с исполнительным механизмом.

Получаемая в результате изучения структурных и функциональных схем автоматизации информация дает общее представление об автоматизируемом объекте и позволяет перейти к изучению принципиальных схем отдельных функциональных узлов.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой функциональная схема автоматизации?
2. Какие сведения можно получить при прочтении функциональной схемы автоматизации?
3. Какие способы могут быть применены при изображении элементов и средств автоматизации на функциональных схемах автоматизации?
4. Какую последовательность рекомендуется соблюдать при чтении схем автоматизации?

План практического занятия

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) разработать функциональную схему автоматизации с соответствующими измерительными преобразователями, приборами и средствами автоматизации.
2. Дать подробное описание разработанной схемы.
3. Выбор приборов и средств автоматизации обосновать.

Рекомендуемая литература

1. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, М.Б. Миндин, С.А. Клюев; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1991. С.105-118.
2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский,

А.А. Ключев]; Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. С.25-43.

3. Фешин Б.Н. Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов: Учеб. пособие. – Караганда: КарГТУ, 2000. С.42-44.

4. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.134-142.

Контрольные задания для СРС [1-4]

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
 2. Прочитать и подробно разобрать функциональную схему автоматизации, приведенную на рисунке 2.2. Сравнить ее со схемой на рисунке 2.3.
-

Практическая работа №3

Измерительные преобразователи неэлектрических величин

Цель работы: изучение принципа действия и конструктивных особенностей первичных измерительных преобразователей, предназначенных для измерений неэлектрических величин.

Общие сведения

Комплексная автоматизация технологических процессов предполагает контроль и измерение различных физических величин, характеризующих состояние объекта управления (регулирования) – механических, тепловых, оптических и других неэлектрических. Преимущества электроизмерительных приборов и преобразователей очевидны. Этим обстоятельством объясняется широкое распространение первичных измерительных преобразователей (датчиков), предназначенных для измерений неэлектрических величин и преобразования их в электрические.

Первичные измерительные преобразователи чрезвычайно разнообразны по принципу действия, устройству, видам входного и выходного сигналов, функциональному назначению, метрологическим и эксплуатационным характеристикам.

В зависимости от выходного параметра первичные измерительные преобразователи разделяют на параметрические и генераторные. Их классифицируют также по физической природе явлений, лежащих в основе их работы, по принципу действия и др.

Параметрические измерительные преобразователи

Выходной величиной в параметрических преобразователях является параметр электрической цепи – электрическое сопротивление или его составляющие (R , L , C). Для использования параметрического преобразователя необходим дополнительный источник питания, обеспечивающий образование выходного сигнала преобразователя.

К наиболее часто применяемым параметрическим преобразователям относятся реостатные, тензочувствительные (тензорезисторы), термочувствительные (терморезисторы или термометры сопротивления), индуктивные, емкостные, оптоэлектронные (фоторезисторы, фотодиоды и др.), ионизационные и др.

Принцип действия реостатных преобразователей основан на изменении электрического сопротивления проводника под влиянием входной величины – механического перемещения. Реостатный преобразователь (рисунок 3.1) представляет собой реостат, подвижный контакт которого перемещается под

действием измеряемой неэлектрической величины. Обмотку преобразователя изготавливают из сплавов (платина с иридием, константан, нихром, фехраль и др.).

Подобные преобразователи обладают статической характеристикой преобразования со ступенчатым характером, поскольку сопротивление измеряется скачками, равными сопротивлению одного витка, что вызывает погрешность

$$\gamma = \frac{\Delta R}{R},$$

где ΔR – сопротивление одного витка;

R – полное сопротивление преобразователя.

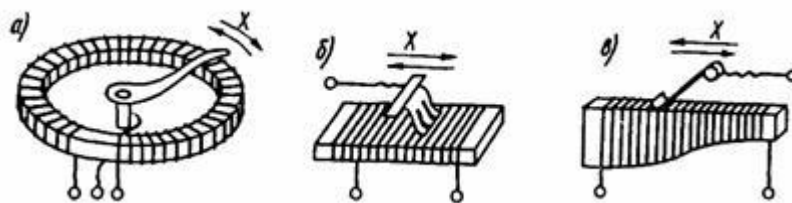


Рисунок 3.1 – Реостатные преобразователи для угловых и линейных перемещений

Эта погрешность отсутствует в реохордных преобразователях, в которых щетка скользит вдоль оси проволоки.

Для получения нелинейной функции преобразования применяют функциональные реостатные преобразователи. Нужный характер преобразования часто достигается профилированием каркаса преобразователя (рисунок 3.1, в).

Достоинства реостатного преобразователя: относительная простота конструкции, возможность получения высокой точности преобразования и значительных по уровню выходных сигналов. Основной недостаток – наличие скользящего контакта.

Тензоэффект, положенный в основу работы тензорезисторов, заключается в измерении активного сопротивления проводника (полупроводника) под действием вызываемого в нем механического напряжения и деформации.

Если проволоку подвергнуть механическому воздействию, например, растяжению, то сопротивление ее изменится. Относительное изменение сопротивления проволоки

$$\Delta R/R = S \cdot \Delta l/l,$$

где S – коэффициент тензочувствительности;

$\Delta l/l$ – относительная деформация проволоки.

Изменение сопротивления проволоки при механическом воздействии на нее объясняется изменением геометрических размеров (длины, диаметра) и удельного сопротивления материала.

Тензочувствительные проволочные преобразователи представляют собой тонкую зигзагообразно уложенную и приклеенную к подложке проволоку. Преобразователь устанавливают таким образом, чтобы направление ожидаемой деформации совпадало с продольной осью проволочной решетки. В качестве материала для преобразователя обычно используют константовую проволоку (у константана – малый температурный коэффициент сопротивления) и для подложки – тонкую бумагу (0,03...0,05 мм) и плёнку лака либо клея (БФ-2, БФ-4, бакелитовый и др.).

Распространение также получили фольговые преобразователи, у которых вместо проволоки используется фольга, и пленочные тензорезисторы, получаемые путем возгонки тензочувствительного материала с последующим осаждением его на подложку.

Достоинства тензорезисторов: линейность статической характеристики преобразования, простота конструкции и малые габариты. Основной недостаток – низкая чувствительность.

В тех случаях, когда требуется высокая чувствительность, находят применение полупроводниковые тензочувствительные преобразователи (поликристаллические из порошкообразного полупроводника и монокристаллические из кристалла кремния). Поскольку чувствительность полупроводниковых тензорезисторов в десятки раз выше, чем у металлических, и, кроме того, интегральная технология позволяет в одном кристалле кремния формировать одновременно как тензорезисторы, так и микросистемный блок обработки, то в последние годы получили преимущественное развитие интегральные полупроводниковые тензочувствительные преобразователи. Такие элементы реализуются либо по технологии диффузионных резисторов с изоляцией их от проводящей кремниевой подложки р-n-переходами – технология «кремний на кремнии», либо по гетероэпитаксиальной технологии «кремний на диэлектрике» на стеклокерамике, кварце или сапфире. Для тензочувствительных преобразователей, особенно полупроводниковых, существенно влияние температуры на их упругие и электрические характеристики, что требует применения специальных схем температурной компенсации погрешностей (в частности, с этой целью в расширенной схеме тензомоста используются компенсационные резисторы и терморезисторы). Особенно широкое применение в изготовлении измерительных

преобразователей давления в силу своих высоких механических, изолирующих и теплоустойчивых качеств получила технология КНС – «кремний на сапфире».

Совершенствование технологии изготовления полупроводниковых тензорезисторов создало возможность изготавливать тензорезисторы непосредственно на кристаллическом элементе, выполненном из кремния или сапфира. Упругие элементы кристаллических материалов обладают упругими свойствами, приближающимися к идеальным. Сцепление тензорезистора с мембраной за счет молекулярных сил позволяют отказаться от использования клеящих материалов и улучшить метрологические характеристики преобразователей. На рисунке 3.2, а показана сапфировая мембрана 3 с расположенными на ней однополосковыми тензорезисторами р-типа с положительной 1 и отрицательной 2 чувствительностями. Положительной

чувствительностью обладает тензорезистор, у которого отношение $\frac{\Delta R}{R} > 0$, если же $\frac{\Delta R}{R} < 0$ – чувствительность отрицательна.

Структура однополоскового тензорезистора приведена на рисунке 3.2, б. Здесь: 1 – тензорезистор; 2 – защитное покрытие; 3 – металлизированные токоведущие дорожки; 4 – упругий элемент преобразователя (сапфировая мембрана). Тензорезисторы можно располагать на мембране так, что при деформации они будут иметь разные по знаку приращения сопротивления. Это позволяет создавать мостовые схемы, в каждое из плеч которого включаются

тензорезисторы с соответствующим значением $\frac{\Delta R}{R}$ и даже термокомпенсационные элементы.

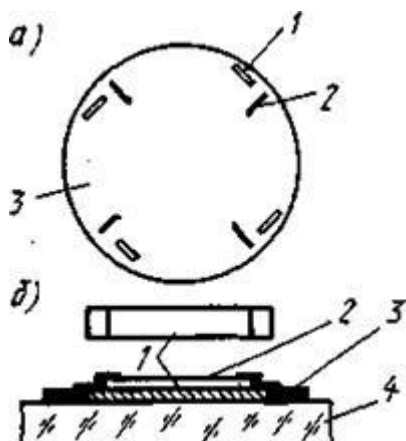


Рисунок 3.2

Тензорезисторы применяют для измерения деформаций и других неэлектрических величин – усилий, давлений, моментов и т.п.

Принцип действия терморезистора основан на зависимости электрического сопротивления проводников или полупроводников от температуры. По режиму работы терморезисторы различают перегревные и без преднамеренного перегрева. Перегревные используют для измерения скорости, плотности, состава среды и др. В перегревных преобразователях электрический ток вызывает перегрев, зависящий от свойств среды. Последние применяются для измерения температуры окружающей среды.

Распространение получили терморезисторы, выполненные из медной или платиновой проволоки. Стандартные платиновые терморезисторы применяют для измерения температуры в диапазоне от -260 до $+1100$ °С, медные – в диапазоне от -200 до $+200$ °С (ГОСТ 6651–78). Низкотемпературные платиновые терморезисторы (ГОСТ 12877–76) применяют для измерения температуры в пределах от -261 до -183 °С.

На рисунке 3.3, а показано устройство платинового терморезистора. В каналах керамической трубки 2 расположены две (или четыре) секции спирали 3 из платиновой проволоки, соединенные между собой последовательно. Выводы 4

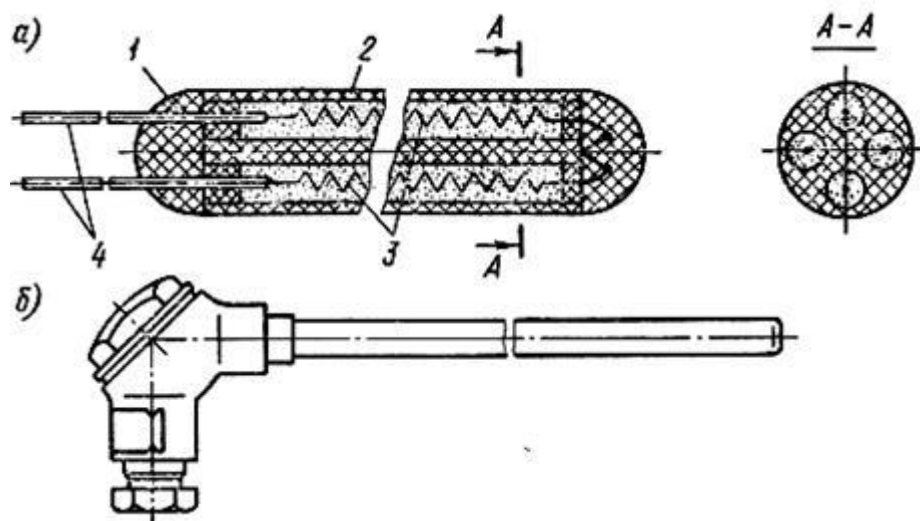


Рисунок 3.3 – Устройство и внешний вид арматуры платинового термометра сопротивления

К концам спирали припаивают выводы 4, используемые для включения терморезистора в измерительную цепь. Крепление выводов и герметизацию керамической трубки производят глазурью 1. Каналы трубки засыпают порошком безводного оксида алюминия, выполняющим роль изолятора и фиксатора спирали. Порошок безводного оксида алюминия, имеющий высокую теплопроводность и малую теплоемкость, обеспечивает хорошую передачу теплоты и малую инерционность терморезистора. Для защиты терморезистора от механических и химических воздействий внешней среды его помещают в защитную арматуру (рисунок 3.3, б) из нержавеющей стали.

Для медных терморезисторов зависимость сопротивления от температуры выражается уравнением

$$R=R_0 \cdot (1+\alpha t) \text{ при } -50^{\circ}\text{C} \leq t \leq +180^{\circ}\text{C},$$

где R_0 – сопротивление при $t=0^{\circ}\text{C}$; $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

Для платиновых –

$$R=R_0 \cdot [1+A t+B t^2] \text{ при } 0^{\circ}\text{C} \leq t \leq +650^{\circ}\text{C},$$

где $A=3,968 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$; $B=5,847 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-2}$; $C=-4,22 \cdot 10^{-12} \text{ K}^{-4}$.

Помимо платины и меди, для изготовления терморезисторов используют никель (в странах дальнего зарубежья).

Для измерения температуры применяют также полупроводниковые терморезисторы (термисторы и позисторы) различных типов, которые характеризуются большой чувствительностью (температурный коэффициент сопротивления ТКС термисторов отрицательный и при 20°C в 10–15 раз превышает ТКС меди и платины, ТКС позисторов положительный и несколько хуже) и имеют более высокие сопротивления (до 1 МОм) при весьма малых размерах. Недостаток термисторов – плохая воспроизводимость и нелинейность характеристики преобразования.

Термисторы используются в диапазоне температур от -60 до $+120^{\circ}\text{C}$.

$$R = R_0 \cdot \exp \left[B \cdot \left(\frac{1}{t} - \frac{1}{t_0} \right) \right],$$

где R и R_0 – сопротивления терморезистора при температурах соответственно t и t_0 ;

t_0 – начальная температура рабочего диапазона;

B – коэффициент преобразования.

К термочувствительным преобразователям относят также термодиоды и термотранзисторы, у которых при изменении температуры изменяется величина сопротивления р-п перехода. Эти приборы обычно применяются в диапазоне от -80° до $+150^{\circ} \text{C}$. Чаще всего термодиоды и терморезисторы включают в мостовые цепи и измерительные схемы в виде делителей напряжения. К достоинствам таких преобразователей относят высокие чувствительность и надежность, малые габариты, невысокую стоимость и малую инерционность. Основные недостатки: узкий диапазон рабочей температуры и плохая воспроизводимость статической характеристики преобразователя.

Принцип действия индуктивных преобразователей основан на зависимости индуктивности или взаимной индуктивности обмоток на магнитопроводе от положения, геометрических размеров и магнитного состояния элементов их магнитной цепи (рисунок 3.4). На рисунке 3.4 схематически показаны различные типы индуктивных преобразователей. Индуктивный преобразователь (рисунок 3.4, а) с переменной длиной воздушного зазора δ характеризуется нелинейной зависимостью $L = f(\delta)$. Такой преобразователь обычно применяют при перемещениях якоря на 0,01-5 мм.

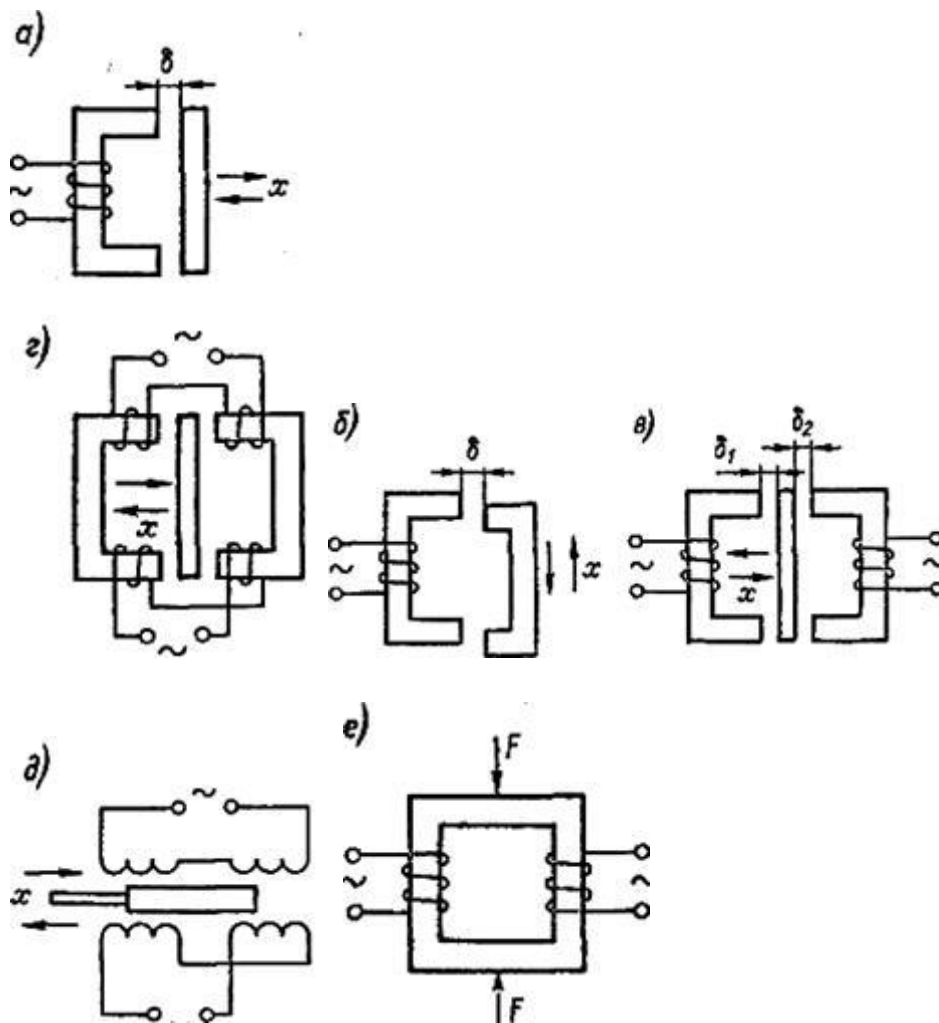


Рисунок 3.4 – Различные конструкции индуктивных преобразователей

Значительно меньшей чувствительностью, но линейной зависимостью $L = f(s)$ отличаются преобразователи с переменным сечением воздушного зазора (рисунок 3.4, б). Эти преобразователи используют при перемещениях до 10...15 мм.

Широко распространены индуктивные дифференциальные преобразователи (рисунок 3.4, в), в которых под воздействием измеряемой величины одновременно и притом с разными знаками изменяются два зазора электромагнитов. Дифференциальные преобразователи в сочетании с соответствующей измерительной цепью (обычно мостовой) имеют более

высокую чувствительность, меньшую нелинейность характеристики преобразования, испытывают меньшее влияние внешних факторов и сниженное результирующее усилие на якорь со стороны электромагнита, чем недифференциальные преобразователи.

На рисунке 3.4,г показана схема включения дифференциального индуктивного преобразователя, у которого выходными величинами являются взаимные индуктивности. Такие преобразователи называют взаимно-индуктивными или трансформаторными. При питании первичной обмотки переменным током и при симметричном положении якоря относительно электромагнитов ЭДС на выходных зажимах равна нулю. При перемещении якоря на выходных зажимах появляется ЭДС.

Для преобразования сравнительно больших перемещений (до 50...100 мм) применяют трансформаторные преобразователи с незамкнутой магнитной цепью (рисунок 3.4, д).

В горной промышленности получили распространение магнитоупругие преобразователи (рисунок 3.4, е), действие которых основано на использовании эффекта зависимости магнитной проницаемости (магнитного сопротивления цепи) от величины механического воздействия (сжатия или растяжения) на ферромагнитный сердечник преобразователя. Различают магнитоупругие датчики дроссельного и трансформаторного типов. Последние могут контролировать только усилие сжатия, однако обладают большей чувствительностью.

Достоинствами индуктивных и магнитоупругих преобразователей являются простота и надежность в работе, значительная мощность выходных сигналов. Основными недостатками – обратное воздействие преобразователя на исследуемый объект (воздействие электромагнита на якорь) и влияние инерции якоря на частотные характеристики прибора.

Принцип действия емкостных преобразователей основан на зависимости электрической емкости конденсатора от размеров, взаимного расположения его обкладок и от значения диэлектрической проницаемости среды между ними. Они представляют собой конденсаторы различных конструкций, преобразующие механические линейные или угловые перемещения, а также давление, влажность или уровень среды в изменение электрической емкости.

Из курса физики известно, что емкость плоского конденсатора

$$C = \frac{\xi_0 \cdot \xi \cdot S}{\delta},$$

где ξ_0 – диэлектрическая постоянная;

ξ – относительная диэлектрическая проницаемость между обкладками;

S – активная площадь обкладок;

d – расстояние между обкладками.

Исходя из этого выражения можно утверждать, что преобразователь может быть построен с использованием зависимостей $C = f_1(\xi)$, $C = f_2(S)$, $C = f_3(\delta)$.

Преобразователь на рисунке 3.5, а представляет собой конденсатор, одна пластина которого перемещается под действием измеряемой величины x относительно неподвижной пластины. Статическая характеристика преобразования $C=f(\delta)$ нелинейна. Чувствительность преобразователя возрастает с уменьшением расстояния δ . Такие преобразователи используют для измерения малых перемещений (менее 1 мм).

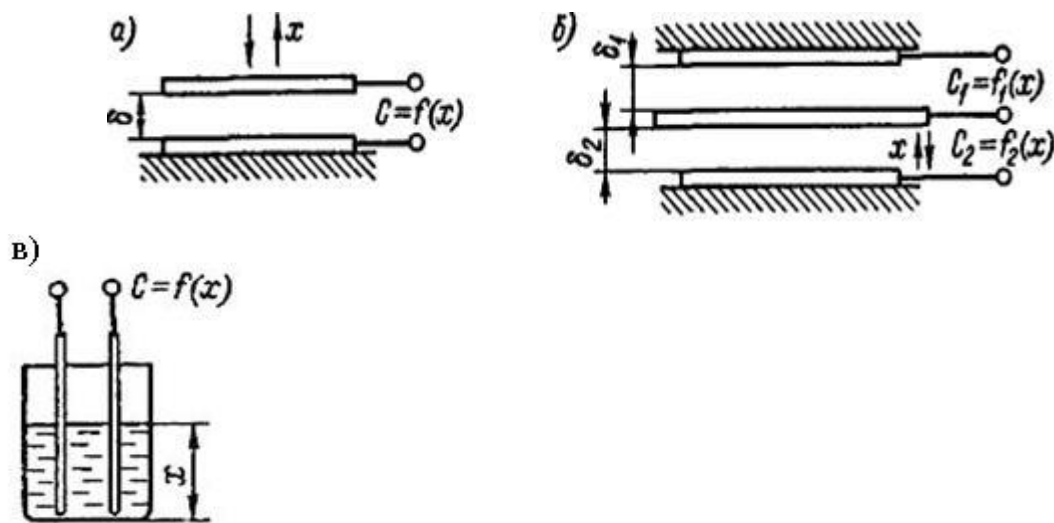


Рисунок 3.5 – Различные конструкции емкостных преобразователей

Применяют также дифференциальные преобразователи (рисунок 3.5, б), у которых имеется одна подвижная и две неподвижные пластины. При воздействии измеряемой величины x у этих преобразователей одновременно изменяются емкости C_1 и C_2 . Такие преобразователи используют для измерения сравнительно больших линейных (более 1 мм) и угловых перемещений. В этих преобразователях легко получить требуемую характеристику преобразования путем профилирования пластин.

Преобразователи с использованием зависимости $C = f_1(\xi)$ применяют для измерения уровня жидкостей, влажности веществ, толщины изделий из диэлектриков и т. п. Для примера (рисунок 3.5, в) приведем устройство емкостного уровнемера. Емкость между электродами, опущенными в сосуд, зависит от уровня жидкости, так как изменение уровня ведет к изменению средней диэлектрической проницаемости среды между электродами. Изменением конфигурации пластин можно получить желаемый характер зависимости показаний прибора от объема (массы) жидкости.

Для измерения выходного параметра емкостных преобразователей применяют мостовые цепи и цепи с использованием резонансных контуров. Последние позволяют создавать приборы с высокой чувствительностью, способные реагировать на перемещения порядка 10^{-7} мм. Цепи с емкостными преобразователями обычно питают током повышенной частоты (до десятков мегагерц), что вызвано желанием увеличить сигнал, попадающий в измерительный прибор, и необходимостью уменьшить шунтирующее действие сопротивления изоляции.

Достоинства емкостных датчиков: простота конструкции, малые размеры и масса, высокая чувствительность и малая инерционность. Основные недостатки – необходимость в источниках питания повышенной частоты и вредное влияние паразитных емкостей, температуры, влажности и внешних электрических полей.

Полупроводниковые фоточувствительные преобразователи в качестве чувствительного элемента имеют светочувствительный слой, нанесенный на подложку (стеклянную пластинку). Сопротивление этого слоя обратно пропорционально интенсивности светового потока или мощности источника освещения. Фоторезисторы, фотодиоды и фототранзисторы обладают сравнительно высокой стабильностью, хорошей чувствительностью, но их применение ограничивается при наличии пыли, например угольной, препятствующей нормальной работе.

Действие ионизационных преобразователей основано на явлении ионизации газа или люминесценции некоторых веществ под действием ионизирующего излучения. В качестве ионизирующих агентов применяют α -, β - и γ -лучи радиоактивных веществ, иногда рентгеновские лучи и нейтронное излучение. Выбор типа ионизационного преобразователя зависит во многом от ионизирующего излучения. Гамма-лучи (электромагнитные колебания малой длины волны – $10^{-8} \dots 10^{-11}$ см) обладают большой проникающей способностью. Проходя через вещество лучи ослабляются

$$J = J_0 \cdot \exp(-m d),$$

где J – интенсивность γ -лучей, прошедших через вещество (тело);

J_0 – интенсивность поступающих в вещество (тело) γ -лучей;

m – коэффициент ослабления;

d – толщина слоя вещества (тела).

Таким образом, с помощью γ -лучей либо другого ионизирующего излучения можно измерять толщину слоя изделий, плотность жидкостей и газов и др.

Конструкции ионизационных камер и счетчиков разнообразны и зависят от вида излучения. В качестве источников ионизирующего излучения обычно используют кобальт-60, стронций-90, плутоний-239 и др.

Преимущества ионизационных преобразователей – в возможности бесконтактных измерений в агрессивных или взрывоопасных средах, средах, имеющих высокую температуру или находящихся под большим давлением. Основной недостаток: необходимость применения биологической защиты при высокой активности источника излучения.

Генераторные преобразователи

В генераторных преобразователях выходной величиной является ЭДС или заряд, функционально связанный с измеряемой неэлектрической величиной.

Рассмотрим наиболее распространенные виды генераторных преобразователей.

Термоэлектрические преобразователи работают на термоэлектрическом эффекте, возникающем в цепи термопары: при разности температур в точках 1 и 2 (рисунок 3.6) соединения двух разнородных проводников в цепи термопары возникает термоЭДС.

Точку соединения проводников (электродов) 1 называют рабочим концом термопары, точки 2 и 2' – свободными концами. Чтобы термоЭДС в цепи термопары однозначно определялась температурой рабочего конца, необходимо температуру свободных концов термопары поддерживать одинаковой и неизменной. Градуировку термоэлектрических термометров производят обычно при температуре свободных концов 0°C . Градуировочные таблицы для стандартных термопар также составлены при условии равенства температуры свободных концов 0°C . При практическом применении термоэлектрических термометров температура свободных концов термопары обычно не равна 0°C и поэтому необходимо вводить поправку.

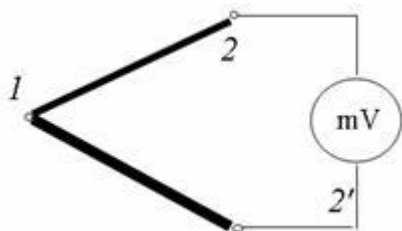


Рисунок 3.6

В табл.3.1 приведены характеристики термопар в соответствии с ГОСТ 6616–74.

Таблица 3.1 Характеристики стандартных термопар

Тип термопары	Термопар	Материалы электродов	ТермоЭДС (при $t_{p.k.}=100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{c.k.}=0\text{ }^{\circ}\text{C}$), мВ	Верхний предел измеряемой температуры, $^{\circ}\text{C}$	
				длительность	кратковременно
ТПП	Т	Платинородий (10% родия) - платина	0,64	1300	1600
ТПР	Т	Платинородий (30% родия) – платинородий (6% родия)	13,81 (при $t_{p.k.}=1800\text{ }^{\circ}\text{C}$)	1600	1800
ХА	Т	Хромель (90% Ni+10% Cr) – алюмель (94,83% Ni + 2% Al + 2% Mn + 1% Si+ 0.17 Fe)	4,10	1000	1300
ХК	Т	Хромель – копель (56% Cu + 44% Ni)	6,90	600	800
ВР	Т	Вольфрамрений (5% рения) –вольфрамрений (20% рения)	1,33	2200	2500

Для измерения высоких температур используют термопары типов ТПП, ТПР и ТВР. Термопары из благородных металлов (ТПП и ТПР) применяют при измерениях с повышенной точностью.

Для удобства стабилизации температуры свободных концов иногда термопару удлиняют с помощью так называемых удлинительных проводов, выполненных либо из соответствующих термоэлектродных материалов, либо из специально подобранных материалов, более дешевых, чем электродные, и удовлетворяющих условию термоэлектрической идентичности с основной термопарой в диапазоне возможных температур свободных концов (обычно от 0 до 100 $^{\circ}\text{C}$). Иначе говоря, удлинительные провода должны иметь в указанном интервале температур такую же зависимость термоЭДС от температуры, как и у основной термопары.

Основной недостаток термопар – значительная инерционность (в обычной арматуре показатель тепловой инерции составляет несколько минут). В настоящее время известны конструкции малоинерционных термопар, у которых показатель тепловой инерции составляет не более 5 с.

Тахогенераторы предназначены для измерения угловой скорости вращающихся объектов. Ротор тахогенераторов механически связывают с валом испытуемого электродвигателя или исполнительного механизма, а об угловой скорости ω судят по выходной ЭДС генератора.

Из тахогенераторов наибольшее распространение получили тахогенераторы постоянного тока, выпускаемые с постоянными магнитами либо с независимым возбуждением. Область их применения весьма разнообразна: прецизионные тахогенераторы постоянного тока используются в авиации, судостроении, станкостроении, металлургической и других отраслях промышленности. К преимуществам этих датчиков относят достаточно высокую точность и наличие выходного сигнала постоянного тока, удобного для последующей обработки. Основным недостатком этих тахогенераторов является наличие коллекторно-щеточного узла, снижающего надежность работы и долговечность преобразователя.

Синхронные тахогенераторы имеют малое внутреннее сопротивление, что позволяет получить от них достаточно большие мощности. При изменении частоты вращения ротора в синхронных машинах изменяется не только амплитуда выходного напряжения, но и его частота. Благодаря механической устойчивости синхронные тахогенераторы нашли применение в трамваях, локомотивах, крановом хозяйстве и др.

Асинхронные тахогенераторы по конструкции подобны двухфазным асинхронным двигателям. Их роторы обычно выполняют в виде тонкостенного металлического цилиндра. Две обмотки статора тахогенератора сдвинуты на 90° относительно друг друга. К одной обмотке подводят напряжение питания, а с измерительной обмотки снимают ЭДС. При подаче напряжения питания постоянной величины и частоты пульсирующий магнитный поток, пересекая ротор, индуцирует в измерительной обмотке ЭДС, пропорциональную угловой скорости ω ротора, приводимого в движение контролируемой машиной или механизмом. Основное достоинство асинхронных тахогенераторов состоит в том, что независимо от частоты вращения ротора ЭДС переменного тока на выходе такого тахогенератора имеет постоянную частоту.

К основным недостаткам тахогенераторов относят ограниченный частотный диапазон измеряемых величин. В последние годы тахогенераторы постепенно вытесняются фотоимпульсными и индукционными датчиками, а также специальными интеллектуальными преобразователями – шифраторами углового перемещения (положения).

В фотоимпульсных датчиках импульсы в оптоэлектронной паре источник излучения – приемник излучения (светодиод – фотопреобразователь) создаются при помощи дисков с прорезями или отверстиями, в некоторых приводах применяют вращающиеся детали машин. В подавляющем большинстве шифраторов положения также используют в качестве чувствительного элемента оптоэлектронную пару.

Импульсы индукционных датчиков создаются под влиянием пульсирующего или знакопеременного магнитного потока. В качестве тела, модулирующего поток, служат специальные зубчатые колеса либо вращающиеся ферромагнитные детали машин.

В пьезоэлектрических преобразователях используется эффект появления электрических зарядов на поверхности некоторых кристаллов (кварц, турмалин, сегнетова соль и др.) под влиянием механических напряжений.

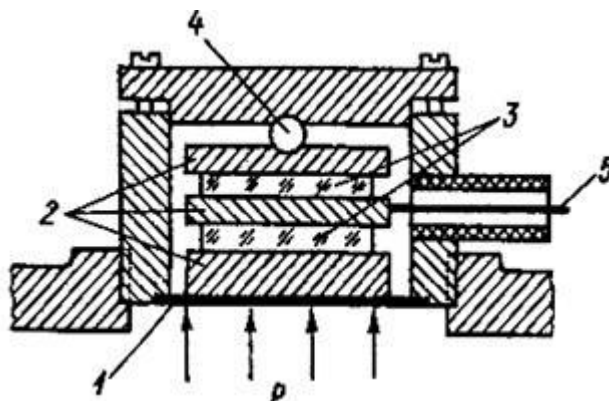


Рисунок 3.7

Устройство пьезоэлектрического преобразователя для измерения переменного давления газа показано на рисунке 3.7. Давление P через металлическую мембрану 1 передается на зажатые между металлическими прокладками 2 кварцевые пластинки 3. Шарик 4 способствует равномерному распределению давления по поверхности кварцевых пластинок. Средняя прокладка соединена с выводом 5, проходящим через втулку из хорошего изоляционного материала. При воздействии давления P между выводом 5 и корпусом преобразователя возникает разность потенциалов

$$U = 2Q / (C_n + C_0) = 2k \cdot s \cdot p / (C_n + C_0),$$

где Q – заряд, возникающий на пластинке кварца;

C_n – емкость преобразователя;

C_0 – емкость проводов и входной цепи прибора, измеряющего разность потенциалов;

k – пьезоэлектрический модуль кварца;

s – площадь поверхности мембраны, подверженная давлению.

По разности потенциалов U судят о значении давления P . В пьезоэлектрических преобразователях главным образом применяют кварц, у которого пьезоэлектрические свойства сочетаются с высокой механической прочностью и высокими изоляционными качествами, а также с независимостью пьезоэлектрической характеристики от температуры в широких пределах. Используют также поляризованную керамику из титаната бария, титаната и цирконата свинца. Пьезоэлектрические датчики обычно применяют для измерений быстропротекающих динамических процессов при ударных нагрузках, вибрациях, переменных усилиях и т.д.

Контрольные вопросы

1. В чем различие между параметрическими и генераторными преобразователями?
2. Какие термопреобразователи вам известны? Опишите их конструкцию и принцип действия.
3. Для измерения (контроля) каких величин могут применяться индуктивные и емкостные датчики? Опишите их конструкцию и принцип действия.
4. Какие преобразователи применяются для измерения угловых перемещений?

План практического занятия

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) произвести выбор соответствующих измерительных преобразователей (датчиков).
2. Обосновать выбор типа и исполнения измерительных преобразователей.

Рекомендуемая литература

1. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2002. с.192-205, 293-306, 321-331.
2. Справочник по средствам автоматики / [Б.И. Филиппович, А.П. Шорыгин, В.А. Царьков и др.]; Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. – м.: Энергоатомиздат, 1983. с.28, 50-54, 60, 63, 69-73, 84-90, 133, 136-138, 339-363.
3. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др.; Под общ. ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. с. 35-76, 82-126, 424-451, 483-490, 630-638.
4. Фарзани Н.Г., Илясов Л.В., Азим-Заде А.Ю. Технологические измерения и приборы: Учеб. для ВУЗов. – М.: Высш. школа, 1989. с. 95-120, 143-204.
5. Бриндли К. Измерительные преобразователи: Справочное пособие: Пер.с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
6. Жданкин В.К. Измерительные преобразователи давления // Современные технологии автоматизации. – 2001. – № 4. – с.79-86.
7. Жданкин В.К. Поворотные шифраторы: основные типы и некоторые особенности применения // Современные технологии автоматизации. – 2001. – № 2. – с.68-79.
8. Тун А.Я. Системы контроля скорости электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 168 с.

Контрольные задания для СРС [1-8]

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Проанализировать современное состояние и перспективы развития измерительных преобразователей температуры, давления, углового и линейного перемещения, расхода жидкостей, уровня жидкостей и сыпучих масс.

Оглавление

Практическая работа №4

Анализ релейно-контактных схем автоматики

Цель работы: изучение схемотехники типовых релейных схем, получение практических навыков анализа, синтеза и минимизации релейно-контактных схем автоматики, освоение основных принципов перевода релейно-контактных схем на бесконтактные.

Общие сведения

Электромагнитные реле (ЭМР) представляют собой электромеханические контактные устройства, преобразующие управляющий электрический ток в магнитное поле, которое оказывает силовое скачкообразное воздействие на подвижное намагниченное тело, механически связанное с электрическим контактом реле или являющееся подвижной частью этого контакта. При возникновении управляющего тока в ЭМР происходит скачкообразное срабатывание контакта, который из разомкнутого (замкнутого) состояния через замыкание (размыкание) переходит в замкнутое (разомкнутое) состояние.

В разомкнутом состоянии контакт имеет видимый разрыв с высокой электрической прочностью и контактным сопротивлением на уровне поверхностного сопротивления элементов конструкции реле. В замкнутом состоянии переходное сопротивление механического контакта, выполненного из соответствующих материалов, составляет единицы – десятки мОм, а падение напряжения на контакте даже при протекании тока силой в десятки ампер не превышает 100 ...200 мВ.

На работу контактов ЭМР, помимо управляющей электромагнитной силы, существенное влияние оказывают также силы упругой деформации контактных элементов и/или специальной (возвратной) пружины, которые в процессе срабатывания реле препятствуют действию электромагнитной силы, а в ее отсутствие способствуют возвращению контактов в исходное состояние. В некоторых конструкциях ЭМР работу упругих сил дополняет или заменяет сила тяжести, действующая на массивные подвижные детали реле.

При замыкании или размыкании электрически нагруженного контакта в межконтактном промежутке практически всегда возникает электрический разряд, взаимодействующий с областью контактируемой поверхности материала, что приводит к ее электрофизическому износу. Кроме того, электрический разряд, обладая электропроводимостью, ускоряет процесс замыкания и затягивает процесс размыкания контакта. Таким образом, ЭМР является устройством, в котором действуют электромагнитные, контактные, механические и электроразрядные явления.

Конструкции ЭМР в зависимости от принципа силового воздействия магнитного поля на подвижный элемент контакта подразделяются на два основных вида:

- реле с магнитоуправляемым якорем или якорные реле, в которых подвижное магнитоуправляемое тело - якорь, который либо несет на себе подвижный контактный элемент, либо механически воздействует на него посредством толкателя, поводка и т.п. передающего органа;
- реле с магнитоуправляемым контактом, в которых магнитоуправляемым телом является сам подвижный элемент контакта – геркон [1,2].

Реле еще длительное время будут оставаться одними из самых распространенных элементов аппаратуры автоматики и телемеханики в различных отраслях промышленности. Это связано как с традиционными преимуществами реле (высокая нагрузочная способность, значительные перегрузочная способность и помехозащищенность и др.), так и с появлением современных реле пятого поколения, в том числе, твердотельных, сверхбыстродействующих и др. [3, 4]

Типовые релейные схемы

Наиболее широкое применение получили следующие типовые релейные схемы:

1. самоблокировки;
2. взаимной блокировки;
3. экономичного включения;
4. искробезопасного включения;
5. замедления (реле времени).

В схеме самоблокировки реле при кратковременном замыкании кнопки SB1 Реле срабатывает (рисунок 4.1) и своим замыкающим контактом блокирует цепь питания этой кнопки, благодаря чему последующее отпускание кнопки SB1 не приведет к отключению реле. Для отключения реле необходимо разорвать общую цепь питания нажатием кнопки SB2.

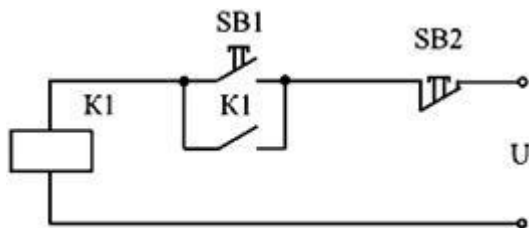


Рисунок 4.1 – Релейная схема самоблокировки

Схема взаимной блокировки, показанная на рисунке 4.2, не допускает одновременного включения реле, так как в цепь обмотки каждого реле введен размыкающий контакт другого реле. Необходимость взаимной блокировки встречается в схемах, предохраняющих от возможной аварии. Например, одно реле служит для включения двигателя в прямом направлении вращения, а другое – на реверс.

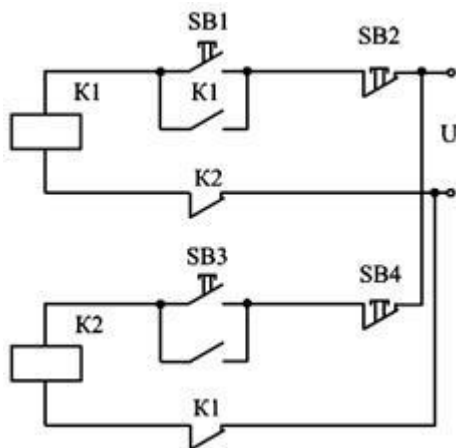


Рисунок 4.2 – Релейная схема взаимной блокировки

На рисунке 4.3 показаны схема и график экономичного включения реле. Если в обычных схемах реле срабатывает при напряжении срабатывания $U_{ср}$ и остается в этом состоянии при таком напряжении за счет цепи самоблокировки, то в рассматриваемой схеме реле, срабатывающее также при напряжении $U_{ср}$, при отпускании кнопки SB1 остается в рабочем состоянии через цепь резистора R при напряжении U_p .

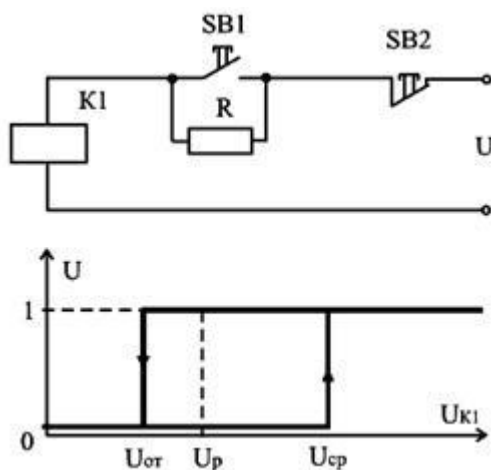


Рисунок 4.3 – Схема и график экономичного включения реле

На графике видно, что $U_{ср} > U_p$, поэтому и потребление энергии в рабочем состоянии реле намного меньше, чем в ранее рассмотренных схемах. Необходимым условием работы схемы является $U_p > U_{от}$, в противном случае при отпускании кнопки SB1 реле будет отключаться.

Отличительная особенность схемы искробезопасного включения реле, широко применяющейся в различной рудничной и шахтной аппаратуре автоматизации (рисунок 4.4), заключается в том, что цепь питания реле осуществляется искробезопасным напряжением $U_{иск}$. Искробезопасные параметры цепи питания достигаются выполнением обмотки II проводом высокого удельного сопротивления или включением в цепь питания ограничительного резистора R2. В исходном положении при поданном питании реле K не работает, так как $U_{ср} > U_p$. При нажатии кнопки SB1 реле срабатывает и остается во включенном состоянии. При этом выполняется соотношение $U_{ср} > U_p > U_{от}$. Через обмотку реле протекает однополупериодный постоянный ток, второй полупериод закорачивается в цепи искробезопасного напряжения через диод VD1. Сопротивление обмотки реле однополупериодному току мало и реле работает устойчиво.

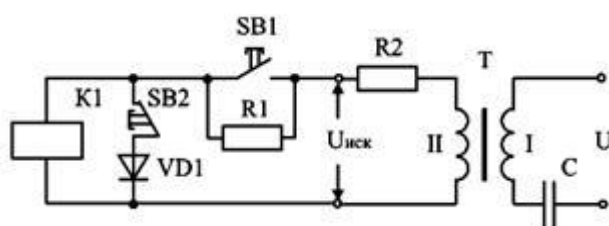


Рисунок 4.4 – Схема искробезопасного включения реле

При нажатии кнопки SB2 сопротивление обмотки реле для переменного тока возрастает, реле отключается и схема возвращается в исходное положение. Следует отметить, что когда работает реле K, диод VD1 переводит его в режим замедления – реле времени (за счет ЭДС самоиндукции, которая действует от однополупериодного тока в обмотке), что предотвращает вибрацию якоря реле. Увеличение времени срабатывания или отпускания ЭМР можно достичь включением реле в схемы, изменяющие скорость нарастания или спада тока в его обмотке.

На рисунке 4.5 показана схема замедления срабатывания реле с помощью шунтирования его обмотки конденсатором. В этом случае при замыкании ключа заряд конденсатора происходит за определенный промежуток времени. Напряжение на конденсаторе постепенно возрастает, а время срабатывания реле увеличивается, эта схема также увеличивает и время отпускания, поскольку якорь некоторое время остается притянутым за счет энергии, накопленной в конденсаторе.

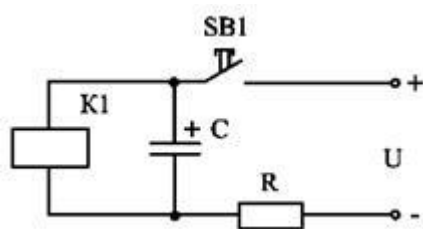


Рисунок 4.5 – Схема замедления срабатывания реле

В схеме на рисунке 4.6 время отпущания реле увеличивается за счет того, что при размыкании ключа в цепи, состоящей из параллельного соединения обмотки реле, конденсатора и резистора, некоторое время сохраняется ток разряда конденсатора.

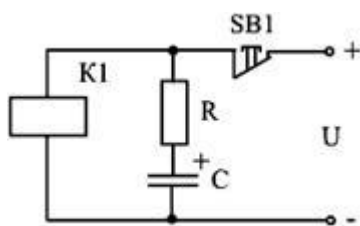


Рисунок 4.6 – Схема увеличения времени отпущания реле

Чтобы переходный процесс в этой цепи имел апериодический характер, применяют достаточно большую емкость конденсатора и большое значение сопротивления резистора.

Синтез и минимизация релейно-контактных схем

При проектировании элементов и устройств автоматизации, систем логического управления возможно построение бесконтактной схемы управления на основе существующего релейно-контактного варианта схемы [7] либо проведение непосредственного синтеза устройства логического управления (релейно-контактной или бесконтактной) на основе заданных условий технологического процесса.

При синтезе логических схем управления рекомендуется следующая последовательность действий:

Этап 1 – Составление таблицы истинности. Основная цель этапа – формализация задания, в процессе которой нужно продумать значение функции для каждой комбинации значений аргументов. Результат этапа – таблица истинности, неоднозначное толкование которой невозможно. Наиболее трудно обнаруживаемые ошибки возникают именно на этапе формализации. Только если таблица из-за значительного числа переменных оказывается слишком громоздкой или если функция проста и смысл ее абсолютно ясен, можно начинать прямо с написания аналитической формулы.

Этап 2 – Доопределение таблицы истинности. Если функция определена не на всех наборах аргументов, то нужно ликвидировать неоднозначность таблицы. При малом числе неопределенных значений необходимо рассмотреть несколько вариантов. Если же число безразличных значений или самих аргументов велико, то, возможно, придется доопределять функцию всеми нулями или всеми единицами – так, чтобы в результате уменьшить количество членов совершенной дизъюнктивной нормальной формы СДНФ (либо совершенной конъюнктивной нормальной формы СКНФ) прямой функции или ее инверсии.

Этап 3 – Составление СДНФ (СКНФ). По полностью определенной таблице истинности составляется СДНФ (СКНФ). Если рассматривается несколько вариантов доопределения или если есть вероятность, что инверсия функции будет реализовываться лучше, то в дальнейшей работе будут участвовать несколько вариантов СДНФ (СКНФ).

Этап 4 – Минимизация СДНФ (СКНФ). Сущность минимизации заключается в нахождении наиболее оптимального варианта схемы с минимальным числом используемых элементов. Минимизировать СДНФ (СКНФ) можно любыми доступными методами: с помощью карт Карно, диаграмм Вейча либо на основе известных аксиом, теорем и тождеств алгебры логики [6,8,9].

К последним относят, в том числе, следующие логические выражения:

$$\bar{a} + \bar{b} = \overline{ab}; \quad \bar{a} \cdot \bar{b} = \overline{a + b};$$

$$a + \bar{a} = 1; \quad a \cdot \bar{a} = 0;$$

$$a + 1 = 1; \quad a \cdot 1 = a;$$

$$a + a \cdot b = a; \quad a + \bar{a} \cdot b = a + b;$$

$$a \cdot (a + b) = a; \quad \bar{a} + a \cdot b = \bar{a} + b;$$

$$a \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot b = a \oplus b.$$

Этап 5 – Техническая реализация СДНФ (СКНФ). На этом этапе необходимо реализовать получившиеся дизъюнктивные (конъюнктивные) формы на базе заранее выбранной серии микросхем, содержащей логические элементы. Предпочтение следует отдавать вариантам реализации логических функций на элементах И-НЕ, ИЛИ-НЕ, НЕ и Исключающее ИЛИ, получивших распространение в различных сериях цифровых микросхем (как ТТЛШ, так и КМДП).

Этап 6 – Оптимизация логической схемы. Следует оценить двойственный вариант логической схемы с учетом изменения количества входных и выходных инверторов. Попытаться найти такую декомпозицию функций, чтобы каждый фрагмент полученного разложения зависел от меньшего числа аргументов, нежели исходная функция. Рекомендуется выполнять это различными способами.

Из полученных на этапах 5-6 вариантов следует выбрать наиболее подходящий с точки зрения поставленной цели [8,9].

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой электромагнитное реле? Какие конструкции ЭМР получили распространение?
2. Какие типовые релейные схемы применяют в устройствах автоматики и телемеханики?
3. Какие электрические методы образования реле времени на основе ЭМР вам известны?
4. Какие методы логического синтеза дискретных устройств Вам известны? В чем они заключаются?
5. Какие основные аксиомы, теоремы и тождества алгебры логики получили распространение?
6. Какая последовательность действий рекомендуется при синтезе логических схем управления?

План практического занятия

1. По заданным преподавателем условиям разработать релейно-контактную схему устройства автоматики.
2. По заданным преподавателем условиям провести синтез логического устройства автоматики.

Рекомендуемая литература

1. Малащенко А. Электромагнитные реле // Электронные компоненты. – 2003. - №7. – С.17-29.
2. Игловский И.Г., Владимиров Г.В. Справочник по слаботочным электрическим реле. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 560 с.: ил.
3. Гридчин А. Микроэлектромеханические реле: технология ближайшего будущего // Электронные компоненты. – 2003. – №7. – С.38-40.
4. Леонтьев М. Силовые реле // Электронные компоненты. – 2003. – №2. – С.62-67.
5. Демин В.В. Лабораторный практикум по рудничной автоматике и телемеханике: Учеб.пособие. – М.: Недра, 1981. – 236 с.: ил.
6. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника: Учеб. для ВУЗов / Под ред. В.А.Лабунцова. – М.: Энергоатомиздат, 1988. С.134-169.
7. Фешин Б.Н. Автоматизация промышленных установок и техно-логических комплексов: Учеб. пособие. Караганда: КарГТУ, 2000. С.6-18.
8. Потемкин И.С. Функциональные узлы цифровой автоматики. – М.: Энергоатомиздат, 1988. С.10-45.
9. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах: Справочник. – М.: Радио и связь, 1990. С.5-33.

Контрольные задания для СРС [1-9]

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Проанализировать современное состояние и перспективы развития микроэлектромеханических реле.
3. По заданным преподавателем условиям провести минимизацию существующей релейно-контактной схемы устройства автоматики.

Оглавление

Практическая работа №5

Программируемые логические контроллеры

Цель работы: ознакомление с современными образцами электронных средств автоматизации, изучение функциональных возможностей промышленных контроллеров, программируемых реле.

Общие сведения

В настоящее время широкое распространение на производстве получают промышленные контроллеры и ПЛК (программируемые логические контроллеры на Западе получили название «программируемые реле»), предназначенные для применения в системах автоматизации.

Фирма Siemens была одним из пионеров в области разработки промышленных контроллеров и ПЛК, начав их массовое производство в 1996 году. Логический модуль LOGO! изначально задумывался как промежуточное звено между традиционными релейными элементами автоматики (контакты, реле времени и т.п.) и программируемыми контроллерами. В нем вместо соединения проводов должно было использоваться логическое соединение функций, обычно реализуемых аппаратно с помощью отдельных устройств. Но в отличие от программируемых контроллеров сложность устройств должна была позволять работать с ними персоналу без специальных знаний в области программирования. С этой же целью ввод программы в LOGO! осуществляется непосредственно со встроенных индикатора и клавиатуры. Для подключения к источникам сигналов и исполнительным устройствам модули LOGO! первых поколений имели 6 или 12 дискретных входов и 4 или 8 дискретных выходов (варианты Basic и Long соответственно). Затем к дискретным входам добавилось два аналоговых.

В 2001 году фирма Siemens выпустила модульный LOGO!, в котором увеличение числа обслуживаемых входов и выходов обеспечивается с помощью дополнительных модулей расширения. Подключение разных модулей

расширения к базовой модели LOGO! позволяет расширить возможности контроллера. Модуль закрепляется на стандартной профильной шине и подключается к LOGO!

В распоряжении разработчика имеются следующие типы модулей:

- дискретный модуль LOGO!DM8;
- аналоговый модуль LOGO!AM2;
- коммуникационный модуль LOGO!CM AS-i.

В модульном варианте ПЛК LOGO! (рисунок 5.1) можно реализовать максимум с 24 дискретными и 8 аналоговыми входами, а также 16 дискретными выходами. Напряжение питания входных цепей в LOGO! соответствует напряжению питания модуля, которое может быть 12/24 В постоянного тока, 24 и 230 В переменного тока. Выходы могут быть транзисторными или релейными. Нагрузочная способность последних (до 10 А) обеспечивает непосредственное подключение достаточно мощных исполнительных устройств.



Рисунок 5.1 – Модульный LOGO! фирмы Siemens

Новые модули расширения делают LOGO! способным быстро реагировать на изменения и занимают в два раза меньше места, чем сам LOGO! Кроме того, к такому микроконтроллеру можно подключить коммуникационные модули для работы в сетях AS-interface, EIB Instabus или LON. Существуют и логические модули без дисплея и клавиатуры, благодаря чему они почти на 20 процентов дешевле.

Главной особенностью ПЛК LOGO! является то, что схема релейной автоматики собирается из программно реализованных функциональных блоков. В распоряжении пользователя имеется восемь логических функций типа И, ИЛИ и т.п., большое число типов реле, в том числе, реле с задержкой включения и выключения, импульсное реле, реле с самоблокировкой, выключатель с часовым механизмом, тактовый генератор, календарь, часы реального времени с возможностью автоматического перехода на летнее/зимнее время и др.

Программирование модулей LOGO! может выполняться с помощью встроенных клавиатуры и дисплея. Оно сводится к выбору необходимых

функциональных блоков, соединению их между собой и заданию параметров настройки блоков (задержек включения/выключения, значений счётчиков и т.д.). Для хранения управляющей программы в модуле имеется встроенное энергонезависимое запоминающее устройство. Создание резервной копии программы, а также перенос ее в другие LOGO! может быть осуществлён с помощью специальных модулей памяти, устанавливаемых в интерфейсное гнездо. Модули памяти так и называются по цвету корпуса – «желтый» и «красный». При использовании жёлтого модуля программа может быть свободно перенесена из него в LOGO! и обратно. Если же программа переносится из красного модуля, то она может исполняться только в том случае, если модуль памяти остается вставленным в LOGO!. Копирование её на другой модуль памяти невозможно. Таким способом обеспечивается защита управляющей программы от несанкционированного размножения.

Однако ввод программы с панели управления может быть оправдан только для небольших по объёму программ или в случае острой необходимости внесения корректив в уже работающую программу непосредственно на объекте. Для относительно сложных схем очевидна необходимость использования программного пакета LOGO! SoftComfort, который позволяет разрабатывать в графической форме и документировать программы для LOGO! на компьютере и отлаживать их в режиме эмуляции логического модуля. Выбранные функциональные блоки мышью перетаскиваются на рабочее поле, затем соединяются и параметрируются. Для каждого функционального блока может быть написан комментарий, который существенно облегчит понимание принципа работы программы другому пользователю или поможет самому разработчику через некоторое время вспомнить собственные замыслы. Если по результатам эмулирования корректировка программы не требуется, то ее можно загрузить в память LOGO! с помощью специального кабеля, подключаемого к тому же интерфейсному гнезду, что и модули памяти.

На рисунке 5.2 приведен пример блок-схемы логического устройства, выполненного в программе LOGO! SoftComfort.

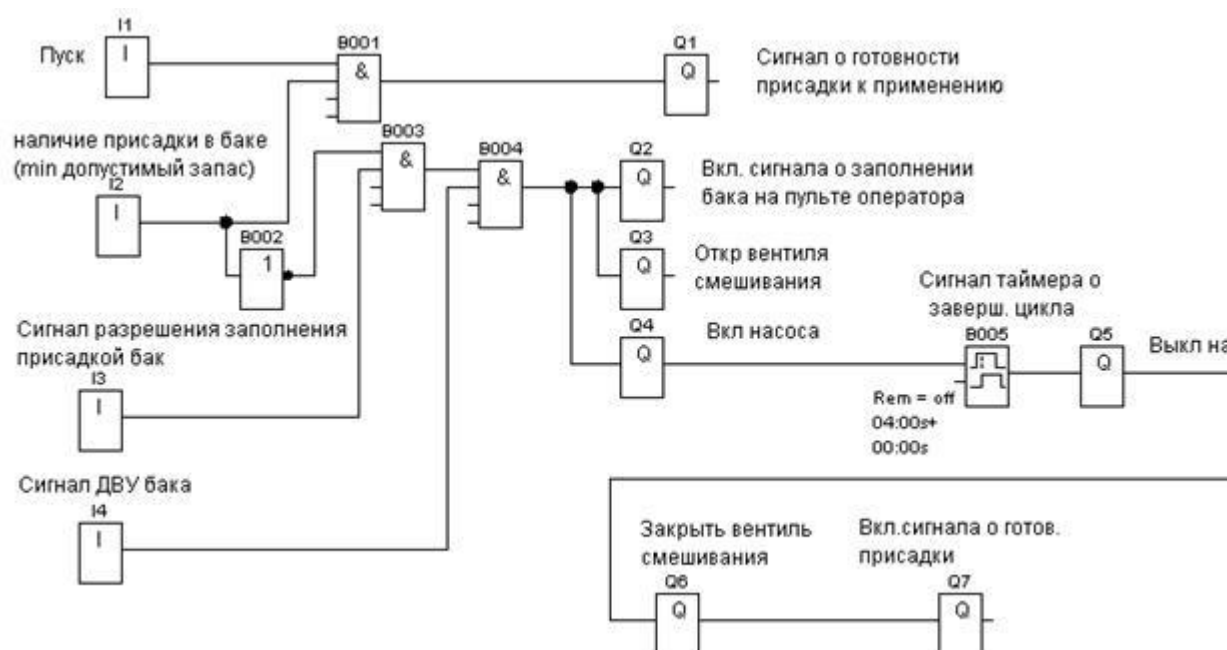


Рисунок 5.2 – Пример блок-схемы логического устройства, выполненного в программе LOGO! SoftComfort

Зачастую при решении задачи автоматизации возникает потребность в контроле температуры. С появлением специализированного аналогового модуля LOGO! AM2 Pt 100, предназначенного для непосредственного подключения двух термометров сопротивления Pt 100, процесс контроля температуры в диапазоне от -50 до $+200^{\circ}\text{C}$ заметно упрощается. С помощью LOGO! можно обеспечить и регулирование температуры. Такая задача решается с помощью обычного двухпозиционного регулятора, реализуемого с помощью платинового термометра сопротивления, аналогового модуля AM2 Pt 100 и функционального блока «Аналоговый триггер». Сигнал с выхода этого блока будет являться управляющим для электрического нагревателя. Конечно, качество регулирования будет далеко не идеальным, но для многих применений оно может оказаться вполне приемлемым.

В 2003 г. было анонсировано очередное поколение логических модулей LOGO! с более мощным 32-разрядным процессором и усовершенствованной архитектурой программы, что обеспечило почти десятикратное повышение быстродействия и соответственно более короткий цикл работы программы микроконтроллера. Увеличение объема памяти в два раза дает возможность использовать в программе уже не 56, а до 130 функциональных блоков, а также снимает ограничения на максимальное количество в одной программе таймеров, счётчиков, часов, аналоговых триггеров и некоторых других блоков. В новом LOGO! применён дисплей большего размера, в котором имеются 4 строки по 12 знакомест в каждой против 4 строк и 10 знакомест в старом, идея удобства использования в тёмное время суток или в условиях с недостаточным освещением новый дисплей снабжён системой задней подсветки. В одной строке дисплея теперь могут быть одновременно отображены и текстовое сообщение, и текущее значение величины, и значение параметра настройки,

которое может быть еще и оперативно изменено. Общее количество текстовых сообщений, используемых в одной программе, увеличено с 5 до 10. Расширены возможности и ряда уже существующих функций. Не осталось без изменений и программное обеспечение. В четвертой версии пакета LOGO! SoftComfort учтены все изменения аппаратного обеспечения модулей LOGO! и добавлены новые возможности. Так, при создании программы пользователь теперь может, кроме языка FBD (функциональные блочные диаграммы), использовать и второй язык – LAD (релейно-контактные схемы). Клавиши управления курсором могут быть задействованы в программе в качестве входов, что в некоторых случаях позволяет отказаться от подключения дополнительных внешних кнопок. Функциональные блоки отныне могут иметь редактируемые 8-символьные имена вместо имевших место буквенно-цифровых номеров [1,2].

Краткий обзор зарубежных ПЛК

Классические ПЛК компании Mitsubishi Electric, предлагающей широкую гамму ПЛК, представлены несколькими линейками производства, от компактных серии ALPHA до мощных многофункциональных серии Q.

Важной особенностью ПЛК фирмы Mitsubishi Electric является:

- наличие процессоров RISC-архитектуры и специализированной операционной системы;
- возможность одновременно обрабатывать несколько алгоритмов или событий со строго детерминированным временем реакции;
- масштабируемость системы;
- возможность аппаратного резервирования;
- исключительно высокая надежность;
- поддержка практически всех существующих полевых шин и коммуникационных интерфейсов.



Рисунок 5.3 – ПЛК Mitsubishi серии ALPHA

ПЛК Mitsubishi серии ALPHA (рисунок 5.3) представляют собой компактные, универсальные, недорогие логические модули. Они предназначены для применения в задачах автоматизации, где использование релейной автоматики не удовлетворяет современным требованиям, а использование мощных ПЛК является избыточным. Программирование ПЛК серии ALPHA

осуществляется с помощью наглядного программного обеспечения, использующего готовые библиотеки функциональных блоков. Контроллеры серии ALPHA могут обрабатывать до 28 каналов ввода-вывода.



Рисунок 5.4 – ПЛК Mitsubishi серии MELSEC FX

ПЛК Mitsubishi серии MELSEC FX (рисунок 5.4) включают в себя целое семейство контроллеров и отличаются высокой производительностью, гибкостью, функциональностью и масштабируемостью. Это идеальный выбор вне зависимости от того, необходима ли простая система, требующая до 34 каналов ввода-вывода (FX1S), или более сложная, требующая до 256 каналов ввода-вывода (FX2N/FX2NC). Все контроллеры MELSEC FX совместимы друг с другом, а также с унифицированными функциональными модулями и модулями расширения (кроме FX1S). ПЛК серии MELSEC FX поддерживают сетевую интеграцию.

ПЛК Mitsubishi серии Q (рисунок 5.5) представляет многопроцессорную концепцию, сочетающую в себе традиционный контроллер, контроллер управления движением и персональный компьютер.



Рисунок 5.5 – ПЛК Mitsubishi серии Q

В одной системе может одновременно функционировать до 4-х процессоров, реализующих различные задачи управления. Высочайшая надежность, встроенная самодиагностика ЦПУ с регистрацией истории сбоев и удаленная диагностика системы позволяют использовать ПЛК Mitsubishi серии Q для решения самых ответственных задач. Расширяемая конфигурация с количеством входов-выходов от 16 до 4096, а также быстроедействие до 34 наносекунд за логическую операцию, позволяют использовать эти контроллеры для управления процессами любого уровня сложности. Компактность исполнения дает возможность максимально использовать пространство в шкафах управления. В ПЛК серии Q реализована полная функциональность ПК с ОС Windows.

Контроллеры класса SoftPLC представлены несколькими линейками, в числе которых I-7188, I-8000, WinCon-8000 и Adam. PC-совместимые контроллеры отличаются от классических ПЛК тем, что в них большинство функций, которые у ПЛК решаются на аппаратном уровне, могут выполняться с помощью программного обеспечения.

Возможность применения более дешевых, отработанных и быстрее развивающихся открытых архитектур на базе PC-совместимой платформы позволяет широко использовать такие решения для задач, где раньше применялись только обычные PLC. Неоспоримыми достоинствами данных контроллеров являются:

- невысокая цена аппаратных средств;
- использование открытых протоколов, которое позволяет интегрировать в одну систему устройства широкого спектра производителей;
- простота программирования и доступность широкого спектра программного обеспечения, что минимизирует затраты времени и средств на создание системы;
- простота интеграции с системами управления более высокого уровня, что позволяет упростить доступ к данным технологических процессов со стороны систем управления предприятием.

Серия PC-совместимых контроллеров I-7188 (рисунок 5.6). Контроллеры этой серии представляют собой функционально законченные устройства, размещенные в компактных пластиковых корпусах. Модули ввода-вывода могут находиться на значительном расстоянии от контроллера, подключаясь к нему по интерфейсу RS-485.



Рисунок 5.6 – Внешний вид контроллеров I-7188

По существу I-7188 - это миниатюрные PC-совместимые компьютеры. В них установлен процессор AMD188-40 МГц, 128...512 кбайт SRAM, электронный Flash-диск (аналог жесткого диска) объемом 256...512 кбайт, часы реального времени, порт Ethernet и последовательные порты. Модификации I-7188X* позволяют устанавливать в корпус специальные мезонинные модули с цепями ввода-вывода сигналов. Такое решение позволяет в ряде случаев обходиться без внешних модулей ввода-вывода. В настоящее время I-7188 не

имеет себе равных среди PC-совместимых контроллеров по соотношению цена/производительность.

Отличительными особенностями PC-совместимых контроллеров серии I-8000 (рисунок 5.7) является единый конструктивный блок, улучшенные технические характеристики и более широкий диапазон рабочих температур.

Конструктивно контроллер серии I-8000 выполнен в виде отдельного блока содержащего центральный процессор, источник питания, панель управления, коммуникационные порты и от 4 до 8 слотов расширения. Модули ввода-вывода устанавливаются непосредственно в корзину контроллера. Для расширения системы можно использовать специальные корзины расширения, подключаемые по шине RS-485, или отдельные модули ввода-вывода серии I-7000.



Рисунок 5.7 – Внешний вид контроллеров серии I-8000

Серия контроллеров WinCon-8000 (рисунок 5.8) является дальнейшим развитием серии I-8000. Теперь это даже не контроллер, а полноценный компьютер. Он разработан на базе процессора Intel Strong ARM 206МГц, имеет встроенный видеоконтроллер с портом VGA, разъемы USB, PS/2 для манипулятора и клавиатуры, а также возможность подключения накопителей стандарта Compact Flash. Все это дает возможность использовать этот контроллер как полноценный промышленный компьютер. В то же время, WinCon сохраняет аппаратную преемственность и полностью совместим со всеми модулями ввода-вывода серии I-8000. И наконец, операционная система реального времени Windows CE.NET позволяет программировать WinCon, используя Visual Basic .NET, Visual C#, Embedded Visual C++, а также современные SCADA-системы.



Рисунок 5.8 – Внешний вид контроллеров серии WinCon-8000

Серия контроллеров ADAM-5000 фирмы Advantech (рисунок 5.9) представлена моделями ADAM-5510 и ADAM-5511. Эти PC-совместимые контроллеры открывают пользователям новые возможности интеграции систем верхнего и нижнего уровня. Поддержка широко распространенной шины MODBUS, возможность программировать контроллер в среде Trace Mode, поддержка GSM-модема – все эти достоинства позволяют повысить удобство работы с контроллерами, облегчить процесс разработки системы и сократить трудозатраты на ее создание.



Рисунок 5.9 – Внешний вид контроллеров серии ADAM-5000

С 1998 года фирма Moeller выпускает программируемые реле различных серий под общим названием EASY и MFD-Titan. Этот компактный прибор снабжен процессором, энергонезависимой памятью, встроенной системой программирования, миниатюрной жидкокристаллической панелью и несколькими кнопками для ввода программы и некоторых параметров в процессе работы. Устройство имеет дискретные и аналоговые входы и выходы, и различные функциональные программные блоки, такие как таймеры, счётчики, компараторы, часы реального времени и многие другие.

EASY400 – это простейшие приборы, имеющие 8 входов (2 из них могут быть аналоговыми), 4 транзисторных или релейных выходов.

EASY600 имеют 12 входов (2 из них могут быть аналоговыми), 8 транзисторных или 6 релейных выходов, а также возможность наращивания количества входных и выходных сигналов за счёт подключения модуля расширения, и возможность интеграции в системы управления при помощи подключаемых интерфейсных модулей сетей передачи данных PROFIBUS-DP, CANopen, DeviceNet, ASi.

EASY500, EASY700, являются достойной сменой хорошо зарекомендовавших себя EASY400, EASY600 с увеличенным в три раза объёмом памяти и с большим, в 2 раза, количеством функциональных блоков.

EASY800 имеют значительно большую функциональность, более производительный процессор и возможности объединения до 8 устройств в сеть на основе встроенных сетевых возможностей, обеспечивая общую протяжённость сети до 1 км.

Серия MFD-Titan имеет оригинальную концепцию - программируемое реле представляется в виде сборной конструкции из процессорного модуля, дисплейного модуля и модуля входных/выходных сигналов. Каждая разновидность модулей имеет несколько типов, так что конструкция имеет большое количество вариантов - на все случаи жизни. При этом эта серия может работать в той же сети с программируемыми реле серии EASY800. Дисплейный модуль имеет графический экран с изменяемой подсветкой фона и степень защиты IP65.

Программное обеспечение EASY-SOFT позволяет легко и просто выполнять конфигурацию системы, конструировать программы на простом языке релейно-контактных схем с использованием функциональных блоков, проводить отладку в режиме имитации и создавать алфавитно-цифровые и графические экраны для системы визуализации.

В 2004 г. в свет вышли серии EASY500 и EASY700, являющиеся достойной сменой хорошо зарекомендовавших себя EASY400, EASY600 с увеличенным в три раза объёмом памяти и в 2 раза большим количеством функциональных блоков. Эти программируемые реле могут также использовать в качестве терминала графический дисплей MFD с возможностью удаления до 5 м, что значительно расширяет область их применения [2].

Такая яркая гамма программируемых реле позволяет охватить широкий круг задач автоматизации [3], таких как:

- управление наружным и внутренним освещением в соответствии с различными заданными алгоритмами;
- регулирование температуры и вентиляции в жилых помещениях, на предприятиях, в теплицах и оранжереях;
- управление внешним и внутренним водоснабжением дома, фонтанами, аквариумами, насосными станциями;
- управление транспортерами и смесителями;
- управление аппаратурой на подвижной технике, на кранах, мусоровозах;
- обеспечение сигнализации и оповещения;
- управление агрегатными станками, производственными линиями и др.

Контрольные вопросы

1. Какие современные электронные средства автоматики Вам известны? Какую нишу с точки зрения области применения они занимают?
2. Какие функции выполняют ПЛК?
3. Дайте краткую характеристику ПЛК LOGO! фирмы Siemens.
4. Дайте краткую характеристику зарубежным образцам ПЛК.

План практического занятия

1. По заданным преподавателем условиям произвести выбор ПЛК.
2. По заданным преподавателем условиям разработать логическую схему управления технологическим объектом в программной среде LOGO! Soft Comfort.

Рекомендуемая литература

1. Бармин А. Устройства локальной автоматики. Микроконтроллеры // Современные технологии автоматизации. – 2003. - №4. – с.38-42.
2. Лабораторно-практический комплекс “LOGO!” по изучению ПЛК LOGO! фирмы Siemens. Караганда, 2005.
3. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справ.пособие / А.С. Ключев, А.Т. Лебедев, С.А. Ключев и др.; Под ред. А.С. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 368 с.: ил.
4. <http://www.ipc2u.ru/catalog/0/nq.html>

Контрольные задания для СРС [1-4]

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Проанализировать современное состояние и перспективы развития микроконтроллеров.
3. Изучить элементную базу, основные свойства и возможности прикладной программы LOGO! Soft Comfort.

Оглавление

Практическая работа №6

Выбор элементов и средств автоматизации

Цель работы: изучение основных принципов выбора элементов и средств автоматизации систем управления технологическими процессами, получение практических навыков выбора элементов и средств автоматизации.

Общие сведения

На основе анализа технологической схемы и существующих приборов и средств автоматизации, применяемых в заданном технологическом процессе, формулируются основные требования к приборам и средствам автоматизации, которые можно подразделить на следующие основные:

- а. функциональные требования, включая технические характеристики;
- б. требования, выдвигаемые физическими условиями работы (искро- и взрывобезопасность, вибростойкость, влагонепроницаемость, защищенность от агрессивной среды и т.п.);
- с. требования по надёжности и ремонтпригодности;
- д. весовые и габаритные требования на всю систему автоматизации в целом и на отдельные ее элементы (приборы и средства автоматизации);
- е. требования инженерной психологии, связанные с недопустимостью ошибок при эксплуатации системы автоматизации человеком, организация рабочего места оператора и т. п.

Следует иметь в виду, что условия окружающей среды в местах установки средств автоматизации определяют возможность их применения, особенность работы службы эксплуатации, а в отдельных случаях и работоспособность агрегатов, линий и производств.

Условия пожаро-, взрывоопасности объекта и агрессивности окружающей среды, а также требования к быстродействию, дальности передачи сигналов информации и управления являются определяющими при выборе средств автоматизации по виду энергии носителя сигналов (электрической, пневматической, гидравлической и др.) в канале связи. Так, для пожаро- и взрывоопасных технологических процессов (установок) в большинстве случаев применяют пневматические средств автоматизации; при высоких требованиях к быстродействию и значительных расстояниях между источниками и приемниками сигналов информации применяют, как правило, электрические и комбинированные средств автоматизации.

Также необходимо ориентироваться на использование серийно выпускаемых средств; при этом следует учитывать, что средства автоматизации общепромышленного применения предназначены для усреднённых промышленных условий эксплуатации и не все они могут удовлетворять работе отдельных предприятий.

Следует стремиться к применению однотипных приборов и ТСА, предпочтительно унифицированных комплексов, характеризующихся простотой сочетания, взаимозаменяемостью и удобством компоновки на щитах автоматики. Использование однотипных (унифицированных) средств даёт значительные эксплуатационные преимущества как с точки зрения их настройки, так и при техническом обслуживании и ремонте.

В проектируемые системы автоматизации необходимо закладывать средства автоматизации с тем классом точности, который определяется действительными требованиями объекта автоматизации. Как известно, чем

выше класс средства измерения, тем более сложной является конструкция прибора, тем выше его стоимость, сложнее эксплуатация.

Количество приборов и средств автоматизации на оперативных щитах и пультах должно быть ограниченным. Излишек аппаратуры является не менее вредным, чем её недостаток: усложняет эксплуатацию, отвлекает внимание обслуживающего персонала от наблюдений за основными приборами, определяющими ход технологического процесса, удлиняет сроки монтажных работ, увеличивает стоимость автоматизируемого объекта [1,3].

Выбор приборов и средств автоматизации

Выбору промышленных приборов и средств автоматизации предшествует определение необходимого состава и составление функциональной схемы автоматизации технологического процесса (объекта), исходя из принятого принципа регулирования (управления), функциональных задач, которые должна выполнять система, и конструктивных особенностей серийных приборов.

При составлении функциональной схемы автоматизации приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники необходимо показывать в соответствии с ГОСТ 21.404-85 и отраслевыми нормативными документами.

При определении состава функциональной схемы необходимо руководствоваться следующим порядком действий:

а. определяются возможные варианты использования сигнала датчика.

Информация от датчика (чувствительного элемента) может использоваться несколькими системами контроля и регулирования. В современных системах сигнал датчика часто вводится непосредственно в управляющую вычислительную машину. Это вызывает необходимость выбирать датчики с несколькими выходными преобразователями и комплектовать их первичными приборами с высокоомным усилителем.

б. анализируется возможность использования в системе автоматизации

единого сигнала связи (например, сигнала постоянного тока 4...20 мА). Если современные технические средства контроля и регулирования не дают возможности использовать единый сигнал связи по выбранному каналу управления, то необходимо ввести в состав системы автоматизации нормирующий преобразователь (например, преобразователь напряжения переменного тока 0...1 В в сигнал постоянного тока 4...20 мА).

с. определяется состав информационной аппаратуры (вторичных приборов, сигнальных устройств и др.), устанавливаемой по месту измерения и регулирования, на операторском пульте, на местном

щите
т.д.

управления

и

d. исходя из функций системы автоматизации и иерархического структурного построения системы определяется наличие ключей, кнопок управления, источников питания, блоков или пультов управления и т.д.

e. в зависимости от количества регулирующих органов, на которые будет воздействовать система регулирования, определяется соответствующее количество аппаратуры для реализации команд управления (магнитных пускателей, исполнительных механизмов и т.д.).

f. на основе характеристики условий работы проектируемой системы автоматизации выбирается соответствующая ветвь средств автоматизации (электрическая, пневматическая, гидравлическая). Кроме того, необходимо учитывать эксплуатационную надежность элементов системы в данной среде, возможность реализации системы с минимальными затратами, необходимое быстродействие, протяженность каналов связи от датчика и до исполнительного механизма, используемый на данном предприятии или принятый в проекте автоматизации род энергии и т.д.

После определения состава функциональной схемы автоматизации следует приступить к выбору отдельных элементов (комплектowaniu системы) [1,2].

Рассмотрим подробнее выбор средств автоматизации на примере датчика.

Выбор датчика

Выбор датчика технологического параметра определяется физической природой этого параметра. При этом анализируются технические характеристики и возможности всего ряда датчиков, пригодных для измерения регулируемой (контролируемой) величины.

в процессе выбора датчика в первую очередь необходимо учитывать характеристики контролируемой и окружающей сред (температуру, влажность, давление и т.д.), в которых придётся работать датчику. Также учитываются условия, в которых находится контролируемый параметр (в трубопроводах, в открытых емкостях под атмосферным давлением, в закрытых емкостях под избыточным давлением и т.д.). В зависимости от условий окружающей среды выбирают исполнение датчика (искробезопасное, тропическое и т.д.).

Диапазон действия датчика выбирается с учетом минимальных и максимальных длительных значений регулируемой величины. Здесь необходимо учитывать, что необоснованно завышенный диапазон действия датчика снижает точность контроля (измерения).

Погрешность датчика не должна превышать допустимой погрешности контроля (измерения) регулируемой величины, которая определяется технологией производства и погрешностью регулирования по выбранному каналу управления.

Датчик должен выбираться с учетом передачи сигнала в последующие элементы системы автоматизации. Это значит, что выходной сигнал датчика должен соответствовать сигналу связи, принятому в проектируемой системе. Число выходных сигналов датчика (количество выходных преобразователей) определяется принятым составом функциональной схемы автоматизации.

При выборе датчика необходимо установить возможность обеспечения условий для нормальной работы выбранного датчика, обеспечивающих паспортные параметры датчика в предлагаемом месте его установки. Так, например, для обеспечения нормальной работы диафрагменного расходомера объемного расхода необходимо иметь длину прямолинейного участка трубопровода $10 D$ до и $20 D$ после расходомера, где D – диаметр трубопровода. Для нормальной работы щелевого расходомера объемного расхода необходимо обеспечить перепад высот (уровней) трубопровода и т.д.

В ряде случаев следует учитывать электромагнитную (магнитную) совместимость датчика с другими элементами системы автоматизации и технологического оборудования.

Немаловажное значение имеет стоимость датчика, зависящая от сложности его изготовления, стоимости чувствительного элемента, протяженности необходимых линий связи и масштабов производства (крупносерийные изделия предпочтительнее).

Наконец, необходимо учитывать также фактор морального устаревания технических средств за промежуток времени между созданием проекта системы автоматизации и его воплощением, что вынуждает предъявлять более жесткие требования в отношении новизны и перспективности применяемых датчиков и других технических средств автоматизации [1,3].

Контрольные вопросы

1. Какие основные требования предъявляются к приборам и средствам автоматизации?
2. Какой последовательностью действий необходимо руководствоваться при определении состава функциональной схемы?
3. Какие критерии используют при выборе датчиков?

План практического занятия

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) выбрать соответствующие датчики и средства автоматизации.
2. Обосновать выбор типа и исполнения приборов и средств автоматизации.

Рекомендуемая литература

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев]; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.
2. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др.; Под общ. ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 817 с.: ил.
3. Справочник по средствам автоматики / [Б.И. Филиппович, А.П. Шорыгин, В.А. Царьков и др.]; Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. – м.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с.: ил.

Контрольные задания для СРС [1-3]

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Сформулировать основные и дополнительные критерии при выборе типа и исполнения приборов и средств автоматизации.

Оглавление

К СОДЕРЖАНИЮ УЧЕБНИКА...