

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Михаил Тавиевич

Должность: Руководитель

Дата подписания: 19.11.2023 16:32:42

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

«ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТИАНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Д. МИЛЛИОНИЩИКОВА»

Автоматизация технологических процессов и производств

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры
«23» 06.2023 г., протокол №6

Заведующий кафедрой

_____ З.Л. Хакимов



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Управление исполнительными устройствами

Направление подготовки

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

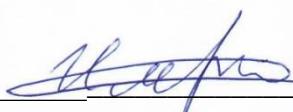
направленность

"Автоматизация технологических процессов и производств"

Квалификация выпускника

магистр

Составитель



М.Р. Исаева

Грозный – 2023

ПАСПОРТ
ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основы автоматизации технологических процессов нефтегазового производства

№ п/ п	Контролируемые темы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения. Классификация АСУ. АСУ ТП	ПК-8	Практическая работа Доклад Зачет
2	Датчики	ПК-8	Практическая работа Доклад Зачет
3	Промышленные контроллеры	ПК-8	Практическая работа Доклад Зачет
4	Исполнительные механизмы	ПК-8	Практические работы Доклад Зачет
5	Промышленные интерфейсы и протоколы	ПК-8	Практическая работа Доклад Зачет
6	SCADA-системы	ПК-8	Практическая работа Доклад Зачет

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	<i>Практическая работа</i>	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом	Комплект заданий для выполнения практических работ
2	<i>Доклад</i>	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление По решению определенной учебно- практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов
2	<i>Зачет</i>	Итоговая форма оценки знаний	Вопросы к зачету

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Задание №1. Принципы типизации, унификации в устройствах автоматизации

Задание №2. Измерительные преобразователи неэлектрических величин

Задание №3. Программируемые логические контроллеры

Задание №4. Изучение устройства и принципа работы пневматических приводов САР исполнительных устройств.

Задание №5. Изучение принципа работы электромагнитных муфт.

Задание №6. SCADA-системы.

1. Анализ существующих SCADA-системы.
2. Основные характеристики SCADA-системы.
3. Языки программирования SCADA-системы.

Критерии оценки ответов на практические работы:

- не зачтено выставляется студенту, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

- зачтено выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

Примерная тематика докладов

1. Характеристики основных параметров пневматических и поршневых исполнительных механизмов.
2. Разработка измерительного нормирующего преобразователя для термопары.
3. Виды первичных преобразователей.
4. Мембранные исполнительные устройства.
5. Преобразователи постоянного напряжения с гальванической развязкой.
6. Анализ современных СКАДА-систем.
7. Языки программирования ПЛК.
8. Классификация позиционеров.
9. Общие сведения о SCADA – системах. Основные функции SCADA –систем.

Критерии оценки докладов

«Зачтено» - доклад четко выстроен, рассказывается суть работы; автор представил демонстрационный материал, прекрасно в нем ориентируется и отвечает на вопросы; показано владение научным и специальным аппаратом; четкость выводов полностью характеризуют работу;

«Не засчитано» - доклад рассказывается, но не объясняется суть работы или зачитывается; демонстрационный материал используется в докладе, но не используется докладчиком или был оформлен плохо и неграмотно; докладчик не может ответить на большинство вопросов; выводы имеются, но не доказаны.

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Практическая работа № 1

Принципы типизации, унификации 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 выбранных типов конструкций машин, оборудования, приборов к небольшому числу лучших 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 устраниет неоправданное многообразие средств одинакового назначения и разнотипность их частей.

Однаковые 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 потребительским 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 агрегирования впервые получили развитие в Государственной системе промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП). Изделия ГСП компонуются 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 агрегирования;
- 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 ремонтопригодность 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: обычное, пылезащищенное, взрывозащищенное, герметическое, водозащищенное, защищенное от агрессивной среды. В зависимости от предполагаемых механических воздействий предусматривается обычное 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

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.

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, изготавляемыми 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.

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.

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

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 же 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, никром, 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 зигзагообразную 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 константановую 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 микроэлектронный 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-п-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 kleющих 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.

$$\frac{\Delta R}{R}$$

Положительной чувствительностью обладает тензорезистор, у которого отношение $\frac{\Delta R}{R} > 0$,

$$\frac{\Delta R}{R}$$

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

$$\frac{\Delta R}{R}$$

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

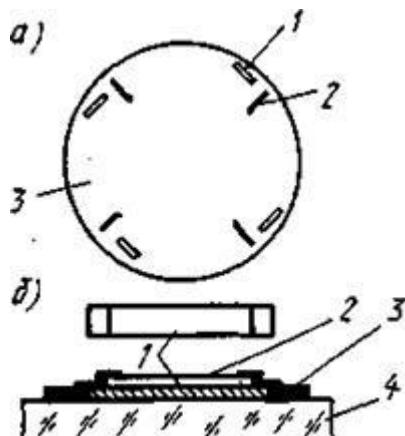


Рисунок 3.2

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 $+1100$ $^{\circ}\text{C}$, медные – в диапазоне от -200 до $+200$ $^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 6651–78). Низкотемпературные платиновые терморезисторы (ГОСТ 12877–76) применяют для измерения температуры в пределах от -261 до -183 $^{\circ}\text{C}$.

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

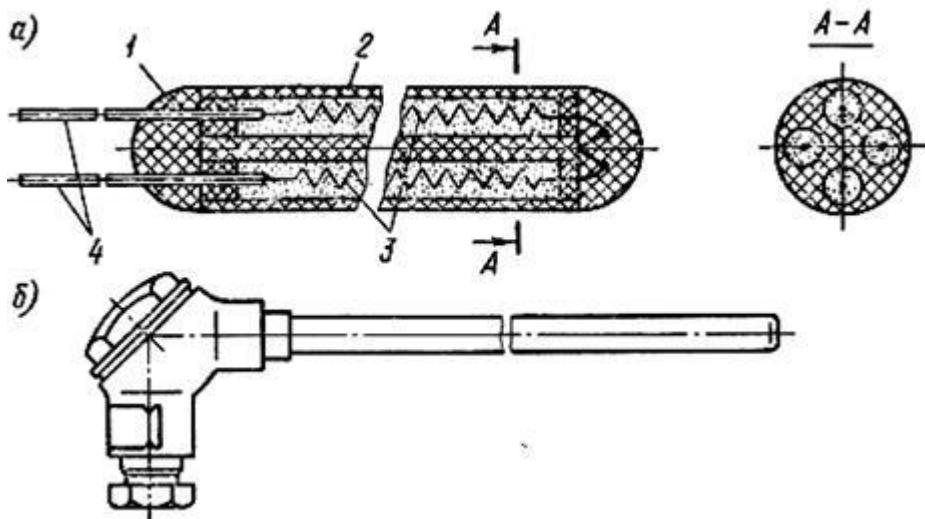


Рисунок 3.3 – Устройство и внешний вид арматуры платинового термометра сопротивления

К концам спирали припаивают выводы 4, используемые для включения терморезистора в измерительную цепь. Крепление выводов и герметизацию керамической трубы производят глазурью 1. Каналы трубы 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 $+120^{\circ}\text{C}$.

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

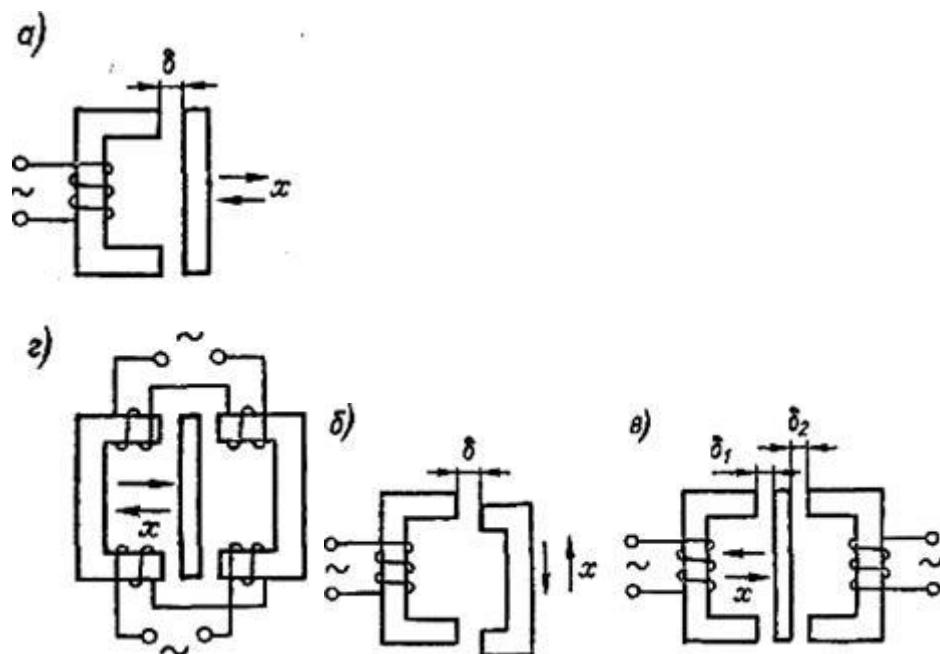
где R и R_0 – сопротивления терморезистора при температурах соответственно t и t_0 ;

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 $+150^\circ$ С. 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.



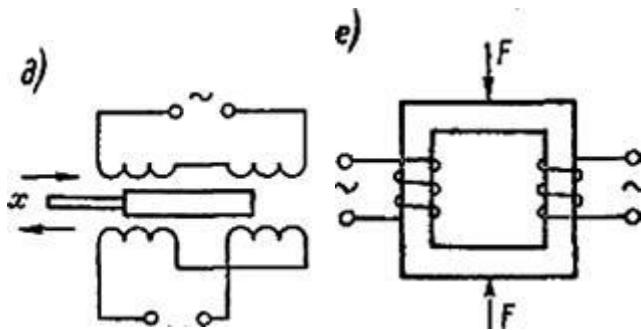


Рисунок 3.4 – Различные конструкции индуктивных преобразователей

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

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

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 $C = f_1(\xi)$, $C = f_2(S)$, $C = f_3(d)$.

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 d . Такие преобразователи используют для измерения малых перемещений (менее 1 мм).

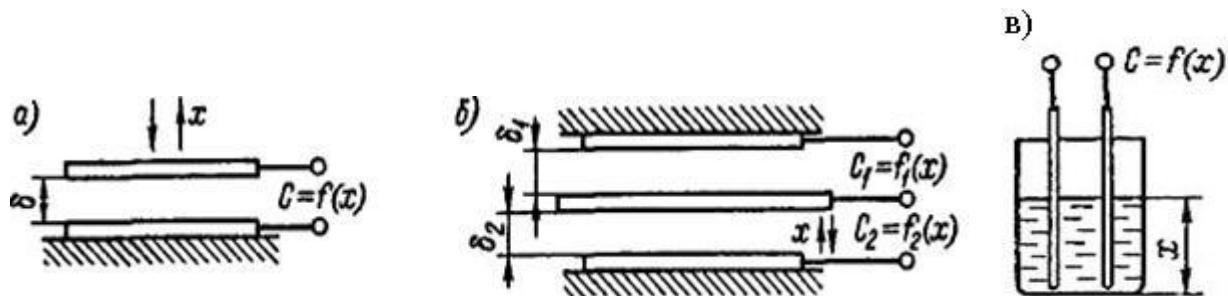


Рисунок 3.5 – Различные конструкции емкостных преобразователей

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 а-, б- и г-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 – $10^{-8}...10^{-11}$ см) обладают большой проникающей способностью. Проходя через вещество лучи ослабляются

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

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

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

m – коэффициент ослабления;

d – толщина слоя вещества (тела).

Таким образом, с помощью г-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 высокою 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.

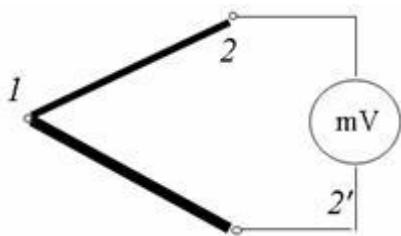


Рисунок 3.6

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

Таблица 3.1 Характеристики стандартных термопар

Тип термопары	Материалы электродов термопар	ТермоЭДС (при $t_{p.k.}=100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{c.k.}=0\text{ }^{\circ}\text{C}$), мВ	Верхний предел измеряемой температуры, $^{\circ}\text{C}$	
			длительно	кратковременно
ТПП	Платинородий (10% родия) – платина	0,64	1300	1600
ТПР	Платинородий (30% родия) – платинородий (6% родия)	13,81 (при $t_{p.k.}=1800\text{ }^{\circ}\text{C}$)	1600	1800
TXA	Хромель (90% Ni+10% Cr) алиомель (94,83% Ni + 2% Al + 2% Mn + 1% Si+ 0.17 Fe)	4,10	1000	1300
TXK	Хромель – копель (56% Cu + 44% Ni)	6,90	600	800
ТВР	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 °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 w 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 w 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.

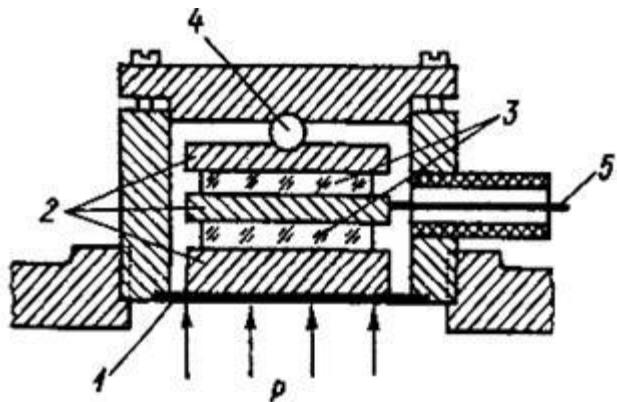


Рисунок 3.7

Устройство пьезоэлектрического преобразователя для измерения переменного давления газа показано на рисунке 3.7. Давление Р 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 Р 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 мембранны, подверженная давлению.

По разности потенциалов U судят о значении давления Р. 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.

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.

Практическая работа №3

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 (контакторы, 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 профильнойшине 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 – «жёлтый» 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 объему программ или в случае острой необходимости внесения корректиров 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 эмуляции 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.

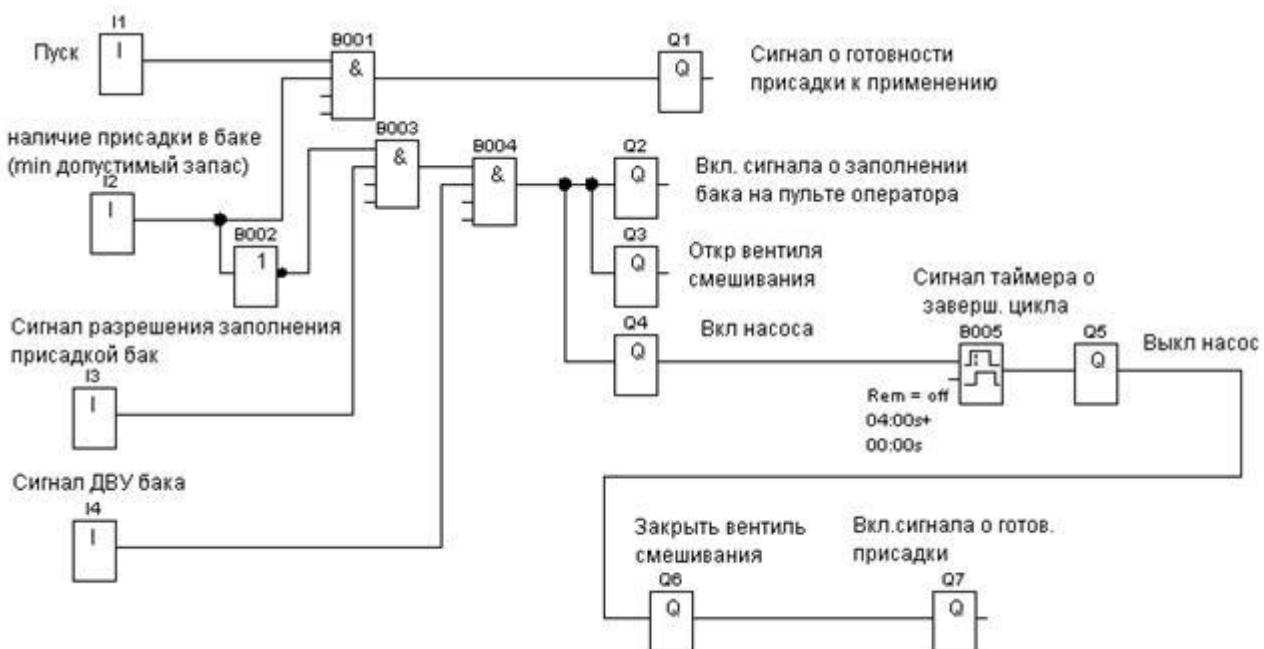


Рисунок 5.2 – Пример блок-схемы логического устройства, выполненного в программе LOGO! SoftComfort

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, идя 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 блоковые 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 серий ALPHA до мощных многофункциональных серий 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 быстродействие 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 РС-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 РС-совместимых контроллеров по соотношению цена/производительность.

Отличительными особенностями РС-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 выхода.

EASY600 имеют 12 входов (2 из них могут быть аналоговыми), 8 транзисторных или 6 релейных выхода, 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.

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.

Практическая работа №4

Тема: Исполнительные механизмы-позиционеры. Изучение устройства и принципа работы пневматических приводов САР исполнительных устройств.

Цель работы: Изучение устройства, принципа работы и назначения пневматических устройств.

Студент должен знать: Устройство, принцип работы пневматических исполнительных устройств.

Студент должен уметь: Объяснить принцип работы, область применения, достоинства пневматических исполнительных устройств.

Теоретическое обоснование:

Пневматические исполнительные механизмы делятся на мембранные и поршневые.

Мембранные исполнительные механизмы имеют герметизированную полость, ограниченную подвижной мембраной, на которую давит пружина. При впуске сжатого воздуха полость расширяется, мембрана отодвигается, сжимая пружину. В мембрану вмонтирован конец рабочего штока, который непосредственно связан с регулирующим органом.

Усилие, создаваемое мембранным исполнительным механизмом, без учета трения может быть определено по формуле где усилие, создаваемое исполнительным механизмом; диаметр мембранны; давление сжатого воздуха; коэффициент упругости пружины (сила, необходимая для сжатия пружины на единицу длины); ход рабочего штока.

Мембранные исполнительные механизмы выпускаются с диаметром мембранны 80-500 мм и рабочим ходом штока 6-100 мм.

В игольчатом клапане с мембранным исполнительным механизмом при впуске сжатого воздуха через отверстие 1 в головке 2 мембрана 3 под его давлением пойдет вниз, сжимая пружину 4, рабочий шток механизма 5 опустится и прижмет игольчатый клапан 6 к седлу. Трубопровод будет перекрыт. При выпуске сжатого воздуха клапан откроется под действием пружины.

Мембранные исполнительные механизмы выпускаются отрегулированными на получение полного хода при изменении командного давления от 9,8 до 98 кПа.

Регулирующее устройство, как известно, формирует один из стандартных законов регулирования и состоит из элементов сравнения и формирующего устройства. Элемент сравнения в пневматических регуляторах выполняется в виде сборок мембран, а формирующее устройство – в виде узла «сопло-заслонка» и усилителя охваченного обратными связями

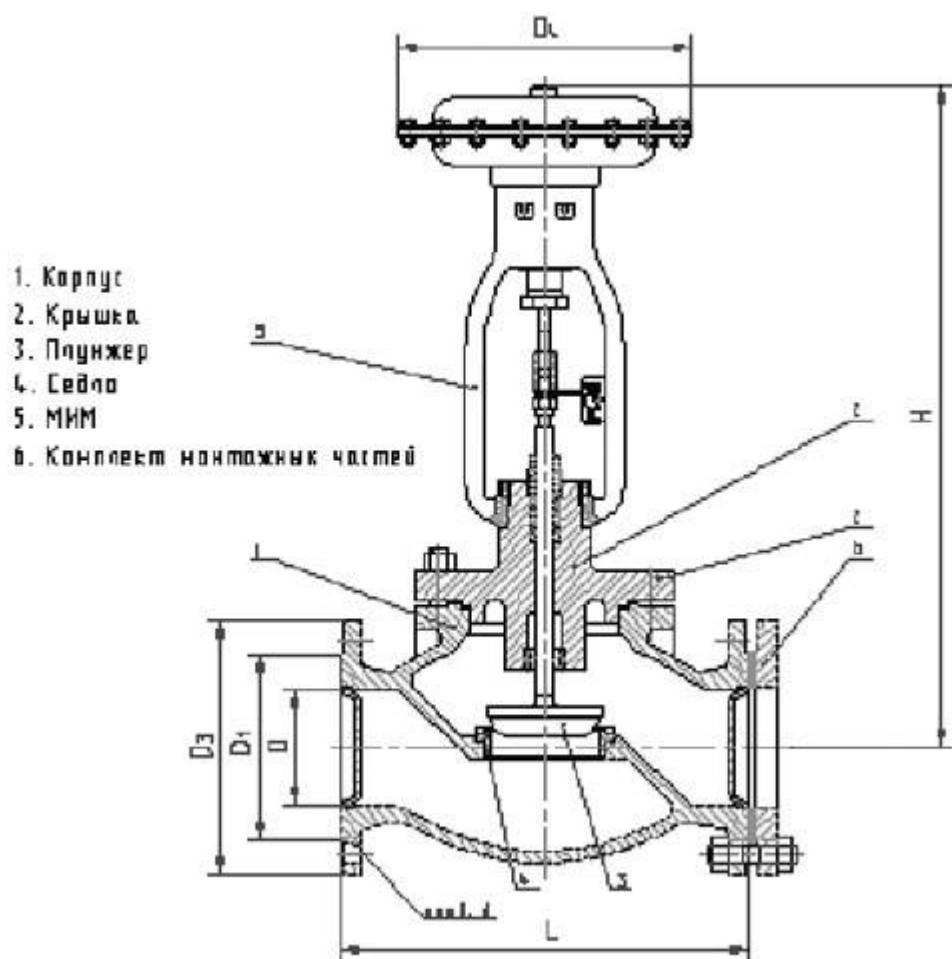


Рис. 1 Игольчатый клапан с мембранным исполнительным механизмом.

Клапан в открытом положении

Пневматический исполнительный механизм служит для преобразования командного пневматического сигнала с выхода регулирующего устройства в перемещение регулирующего органа. Наибольшее распространение получили мембранные исполнительные механизмы.

В качестве линии связи для передачи информации в пневматических регуляторах используют металлические или пластмассовые трубопроводы. По ним сигнал в виде избыточного давления сжатого воздуха, изменяющегося к регулирующему устройству и от этого устройства – к исполнительному механизму. Подобные линии связи пневмопроводы характеризуются существенно ограниченной скоростью передачи сигналов. Однако для довольно инерционных технологических процессов нефтяной и газовой промышленности эта скорость вполне достаточна. Протяженность пневматических линий связи заметно ограничена, обычно она не превышает 300 м.

Для пневматических регуляторов необходимо иметь особый источник питания систему подачи сжатого воздуха, осуженного и очищенного от пыли и масла, с хорошо стабилизованным давлением . В большинстве случаев для этой цели приходится создавать специальную систему воздухоснабжения, к качеству и надежности работы которой предъявляются достаточно жесткие требования.

Важная особенность пневматических регуляторов высокий уровень их эксплуатационной надежности. Они могут безотказно работать в тяжелых эксплуатационных условиях в течение длительного времени. В их состав не входят элементы с существенно ограниченным сроком службы. Для эксплуатации пневматических регуляторов не требуется высокой квалификации обслуживающего персонала.

Ход работы:

1. Изучить работу и устройство пневматического исполнительного устройства.
2. Проанализировать изученный материал.
3. Проверить, усвоение материала практической работы, ответив на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Как работает пневматический исполнительный механизм?
2. Преимущества пневматических приборов перед электрическими?
3. Какие недостатки имеют пневматические устройства?
4. Какие пневматические приборы Вы ещё знаете?

Содержание отчёта

1. Номер, тема и цель работы
2. Письменный ответ на контрольные вопросы.

Литература

Р. Я. Исакович, В. Е. Попадъко Контроль и автоматизация добычи нефти и газа М.: «Недра» 2013, с. 207-220.

Практическое занятие №5

Тема: Изучение принципа работы электромагнитных муфт.

Цель работы: Изучение устройства, принципа работы и назначения электромагнитных муфт.

Студент должен знать: Устройство, принцип работы электромагнитных муфт.

Студент должен уметь: Объяснить принцип работы, область применения электромагнитных муфт.

Теоретическое обоснование:

Электромагнитные муфты. Эти муфты являются связующими звенями между приводом и рабочим механизмом. Принцип их действия основан на электромагнитных свойствах связываемых элементов. В зависимости от вида связи муфты подразделяются на фрикционные сухого трения, вязкого трения и различные индукционные. Регулирующее воздействие муфт осуществляется за счет изменения их сцепления.

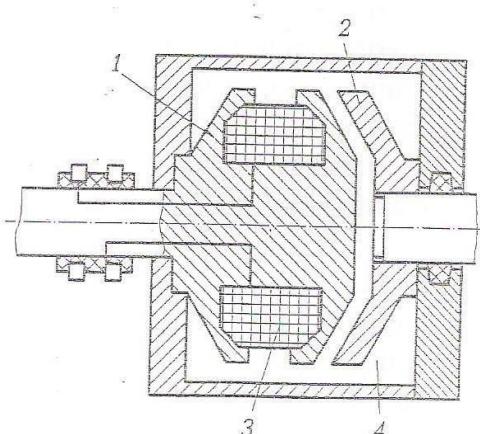
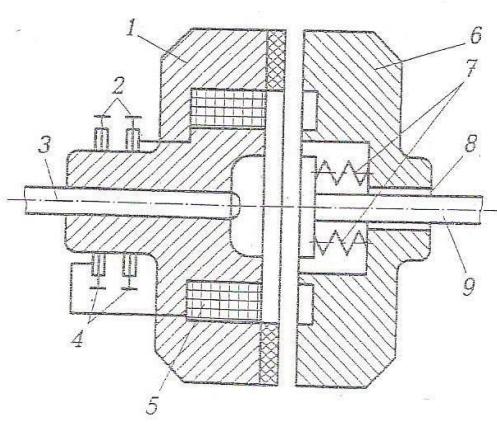


Рис. 1.1. Электромагнитная муфта сухого трения: муфта вязкого трения;

1 обмотка; 2 кольцо; 3, 9 ва-

1,2 полумуфты; 3 обмотка;

лы; 4 щетки; 5,6 полумуфты; 7 4 ферромагнитная среда.

пружина; 8 шпонка.

При выборе электромагнитной муфты необходимо учитывать следующие требования:

- принцип действия муфты должен соответствовать требуемому режиму (позиционного действия или при регулировании частоты вращения) и области применения
- муфта должна быть рассчитана на требуемую мощность и обладать перегрузочной способностью; должна обеспечить требуемый коэффициент передачи, требуемое быстродействие и надежность; быть удобной в эксплуатации и простой в обслуживании.

Муфта сухого трения (рис. 1.1) состоит из двух полумуфт 5 и 6, соответственно связанных с валами 3 и 9 обмотки 1, в которую подается ток через кольца 2 и щетки 4. Ведомая часть полумуфты 6 перемещается вдоль оси по шпонке 8 и связана валом 9 с рабочим механизмом. Ведомая полумуфта 6 отжимается от ведущей 5 пружиной 7. При подаче тока в обмотку возбуждения электромагнитное поле, преодолевая усилие пружины, притягивает ведомую полумуфту. За счет сил трения между полумуфтами передается крутящий момент с ведущего вала на ведомый. Для увеличения передаваемого крутящего момента муфты изготавливают многодисковыми.

Муфты вязкого трения ферропорошковые или магнитоэмульсионные работают по принципу намагничивания магнитного порошка, образуя сцепляющий слой ведомого и ведущего элементов муфты. Характерной особенностью таких муфт является то, что с увеличением магнитного потока возрастает передаваемый крутящий момент. Это позволяет использовать муфты вязкого трения в системах автоматического регулирования частоты вращения.

Конструктивная схема муфты вязкого трения дискового типа, показана на рис. 1.2. Муфты вязкого трения различаются по конструктивному исполнению расположением катушек (униполлярные, многополюсные), их числом (однокатушечные, многокатушечные); по форме рабочей поверхности (дисковые, цилиндрические, барабанные, конусные); по числу рабочих зазоров (одно- и многокатушечные); по виду токопроводов (с контактными кольцами и бесконтактные); по скорости срабатывания (малоинерционные и инерционные). Такие муфты не боятся перегрузок, являются быстродействующими исполнительными элементами.

Электрические исполнительные механизмы. В зависимости типа принципа действия эти механизмы подразделяют на электромагнитные и электродвигательные.

Электромагнитные исполнительные механизмы являются наиболее простыми надежными и быстродействующими. Их используют для управления различного рода регулирующими и затворными клапанами, вентилями, золотниками и т.д. По виду движения исполнительного (регулирующего) органа (шток, выходной вал) электромагнитные механизмы подразделяют на электромагниты с прямолинейным движением и электромагнитные муфты с вращательным движением.

В зависимости от требований электромагниты могут отличаться друг от друга конструктивно. Однако они имеют общие элементы (рис.1.3): катушку, подвижный сердечник, возвратную пружину. С помощью подвижного сердечника энергия магнитного поля преобразуется в механическую и через шток передается запирающему элементу. Перемещение сердечника, при котором происходит движение запирающего элемента, называют рабочим ходом б.

По характеру движения сердечника и связанного с ним регулирующего органа электромагнитные механизмы подразделяют на тянущие, толкающие, поворотные, удерживающие и реверсивные.

В тянувших механизмах линейное перемещение сердечника направлено от точки приложения противодействующих сил, а в толкающих – наоборот. В поворотных электромагнитных механизмах при подаче напряжения на обмотку катушки силовой элемент поворачивается на определенный угол. Применение поворотных механизмов ограничивается вследствие малых крутящих моментов и громоздкости конструкции. Реверсивные

электромагнитные механизмы обеспечивают изменение перемещения силового элемента в зависимости от характера электрического сигнала. Реверсивный механизм обычно содержит два электромагнита, сердечники которых механически связаны с запирающим элементом.

По числу позиций выходного силового элемента (регулирующего органа) различают одно-, двух и трехпозиционные электромагнитные механизмы. У однопозиционных механизмов при подаче тока на обмотку катушки сердечник занимает одно определенное положение. У двухпозиционных механизмов силовой элемент занимает одно из двух положений в зависимости от того, на обмотку какого электромагнита подается электрический ток

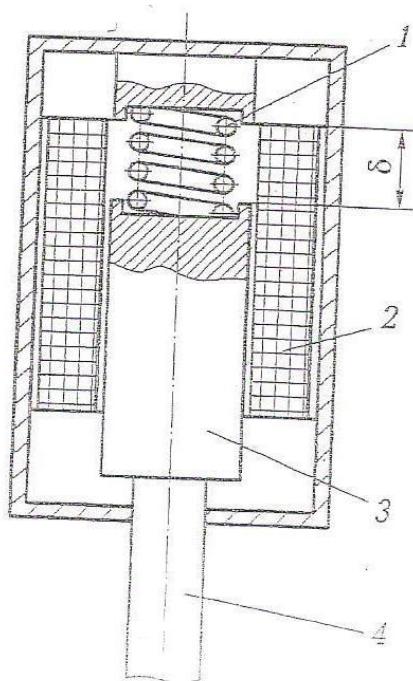


Рис. 1.3. Электромагнит

1 пружина; 2 катушка;
3 сердечник; 4 шток.

Ход работы:

1. Изучить работу и устройство электромагнитных муфт.
2. Проанализировать изученный материал.
3. Проверить, усвоение материала практической работы, ответив на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Как работают электромагнитные муфты?
2. Какие аппараты называются исполнительными устройствами?
3. Какие электрические муфты применяются в системах автоматики?
4. Какие электрические исполнительные механизмы вы ещё знаете?

Содержание отчёта

1. Номер, тема и цель работы.
2. Письменный ответ на контрольные вопросы.

Литература

А. Н. Александровская Автоматика М.: «Академия» 2013, с.80-82.

Приложение 2

Вопросы к зачету по дисциплине

1. Автоматика и автоматизация промышленного производства.
2. Управление техническими объектами, его виды и уровни, системы, элементы.
3. Приборы и средства автоматизации (СА), отвечающие современным требованиям.
Соответствие СА единой Государственной системе приборов и средств автоматизации (ГСП).
4. Датчики и исполнительные механизмы.
5. Исполнительные механизмы: классификация, назначение.
6. Односедельные клапаны, трехходовые клапаны.
7. Исполнительные механизмы: устройство, принцип действия, линии связи.
8. Программируемые логические контроллеры (ПЛК): назначение, принцип действия.
Программируемые логические контроллеры (ПЛК): классификация, конструктивное исполнение, технические характеристики.
9. Частотные преобразователи.
10. Программирование ПЛК на языках стандарта IEC.
11. Интерфейсы и протоколы для связи нижнего и среднего уровней АСУ: RS-485, ModBus RTU, CAN, IEC.
12. Интерфейсы и протоколы для связи среднего и верхнего уровней АСУ: ModBus TCP.
13. Беспроводные интерфейсы и протоколы в системах автоматизации.
14. Современные средства обработки и отображения технологической информации.
Назначение, структура и функционирование SCADA-систем.
15. Техническое обслуживание систем автоматизации.
16. Противоаварийная защита в системах автоматизации.
17. Резервирование в системах автоматизации.

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова

Институт энергетики

Группа "АТПП" Семестр "3"

Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"

Билет № 1

1. 10. Программирование ПЛК на языках стандарта IEC.

2. Современные средства и системы автоматизации

Подпись преподавателя _____

Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова

Институт энергетики

Группа "АТПП" Семестр "3"

Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"

Билет № 2

1. Промышленные интерфейсы и протоколы

2. Односедельные клапаны

Подпись преподавателя _____

Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова

Институт энергетики

Группа "АТПП" Семестр "3"

Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"

Билет № 3

1. Классификация исполнительных механизмов (ИМ) по виду используемой энергии;

2. Промышленные контроллеры

Подпись преподавателя _____

Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова

Институт энергетики

Группа "АТПП" Семестр "3"

Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"

Билет № 4

1. Электрические ИМ соленоидные (на основе электромагнита)

2. Принцип действия преобразователя частоты

Подпись преподавателя _____

Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова

Институт энергетики

Группа "АТПП" Семестр "3"

Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"

Билет № 5

1. 10. Программирование ПЛК на языках стандарта IEC.2. Структура частотного преобразователя

Подпись преподавателя _____

Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова

Институт прикладных информационных технологий

Группа "АТПП-18м ВАТПП-18м" Семестр "2"

Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"

Билет № 6

1. Промышленные контроллеры

2. Современные средства и системы автоматизации

Подпись преподавателя _____

Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова

Институт энергетики
Группа "АТПП" Семестр "3"
Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"
Билет № 7

1. Приборы и средства автоматизации Государственной системы приборов и средств автоматизации (ГСП).
2. Односедельные клапаны

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт энергетики
Группа "АТПП" Семестр "3"
Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"
Билет № 8

1. Интерфейсы и протоколы для связи нижнего и среднего уровней АСУ: RS-485, ModBus RTU, CAN, IEC.
2. Шаговые двигатели

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт энергетики
Группа "АТПП" Семестр "3"
Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"
Билет № 9

1. Промышленные контроллеры
2. Противоаварийная защита в системах автоматизации

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт энергетики
Группа "АТПП" Семестр "3"
Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"
Билет № 10

1. Электромагнитные муфты
2. Принцип действия преобразователя частоты

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт энергетики
Группа "АТПП" Семестр "3"
Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"
Билет № 11

1. Принцип действия преобразователя частоты
2. Интерфейсы и протоколы для связи среднего и верхнего уровней АСУ: ModBus TCP.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт энергетики
Группа "АТПП" Семестр "3"
Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"
Билет № 12

1. Односедельные клапаны
2. Принцип действия преобразователя частоты

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщика
Институт энергетики
Группа "АТПП" Семестр "3"
Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"
Билет № 13

1. Исполнительные механизмы - позиционеры
2. Трехходовые клапаны

Подпись преподавателя _____ **Подпись заведующего кафедрой** _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщика
Институт энергетики
Группа "АТПП" Семестр "3"
Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"
Билет № 14

1. Интерфейсы и протоколы для связи среднего и верхнего уровней АСУ: ModBus TCP.
2. Односедельные клапаны

Подпись преподавателя _____ **Подпись заведующего кафедрой** _____

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщика
Институт энергетики
Группа "АТПП" Семестр "3"
Дисциплина "Управление исполнительными устройствами"
Билет № 15

1. Принцип действия преобразователя частоты
2. Электромагнитные муфты

Подпись преподавателя _____ **Подпись заведующего кафедрой** _____
