

Филиал Государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Иркутской области «Иркутский колледж автомобильного транспорта и дорожного строительства» в поселке Улькан

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПМ.03. Техническое обслуживание и эксплуатация приборов и систем
автоматики**

по программе подготовки квалифицированных рабочих и служащих
15.01.31 Мастер контрольно-измерительных приборов и автоматики

2020 г.

В предлагаемом пособии представлены методические рекомендации для выполнения практических и лабораторных работ по программе профессионального модуля ПМ.03 «Техническое обслуживание и эксплуатация приборов и систем автоматики» разработана на основе: примерной программы профессионального модуля «Техническое обслуживание и эксплуатация приборов и систем автоматики» и ФГОС СПО по профессии 15.01.31 Мастер контрольно-измерительных приборов и автоматики

Организация-разработчик:

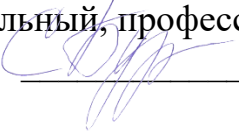
Филиал Государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Иркутской области «Иркутский колледж автомобильного транспорта и дорожного строительства» в поселке Улькан

Составитель:

Пеннер Алексей Георгиевич преподаватель.

Рассмотрены и одобрены на заседании методической комиссии

«Общеобразовательный, профессиональный цикл»

Руководитель МК  Бурлакова С.С.

Введение

Цель изучения профессионального модуля ПМ.03 Техническое обслуживание и эксплуатация приборов и систем автоматики – дать обучающимся теоретические знания, практические навыки и умения в области организации деятельности производственного подразделения.

В результате изучения профессионального модуля студент должен освоить основной вид деятельности ведение наладки электрических схем и приборов автоматики в соответствии с требованиями технической документации и соответствующие ему общие компетенции и профессиональные компетенции:

Перечень общих компетенций

Код	Наименование общих компетенций
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 02.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 04.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 06.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
ОК 07.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 09.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ОК 11.	Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

Перечень профессиональных компетенций

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Выполнение монтажа приборов и электрических схем систем автоматики в соответствии с требованиями охраны труда и экологической безопасности
ПК 1.1.	Осуществлять подготовку к использованию инструмента, оборудования и приспособлений в соответствии с заданием в зависимости от видов монтажа.
ПК 1.2.	Определять последовательность и оптимальные способы монтажа приборов и электрических схем различных систем автоматики в соответствии с заданием и требованиями технической документации.
ПК 1.3.	Производить монтаж приборов и электрических схем различных систем автоматики в соответствии с заданием с соблюдением требований к качеству выполненных работ, требований охраны труда, бережливого производства и экологической безопасности.

В результате освоения профессионального модуля студент должен:

Иметь практический опыт	Подготовка к использованию инструмента, оборудования и приспособлений в соответствии с заданием в зависимости от видов монтажа. Определение последовательности и оптимальных схем монтажа приборов и электрических схем различных систем автоматики в соответствии с заданием и требованиями технической документации. Проведение монтажа приборов и электрических схем различных систем автоматики в соответствии с заданием с соблюдением требования к качеству выполненных работ.
Уметь	Выбирать и заготавливать провода различных марок в зависимости от видов монтажа. Пользоваться измерительными приборами и диагностической аппаратурой для монтажа приборов и систем автоматики различных степеней сложности. Читать схемы соединений, принципиальные электрические схемы. Составлять различные схемы соединений с использованием элементов микроэлектроники. Рассчитывать отдельные элементы регулирующих устройств. Производить расшивку проводов и жгутование. Производить лужение, пайку проводов, сваривать провода. Производить электромонтажные работы с электрическими кабелями, производить печатный монтаж, производить монтаж электрорадиоэлементов. Прокладывать электрические проводки в системах контроля и регулирования и производить их монтаж. Производить монтаж трубных проводок в системах контроля и регулирования. Производить монтаж щитов, пультов, стативов. Оценивать качество результатов собственной деятельности. Оформлять сдаточную документацию.
Знать	Инструменты и приспособления для различных видов монтажа. Конструкторская, производственно-технологическую и нормативная документация, необходимую для выполнения работ. Характеристики и области применения электрических кабелей. Элементы микроэлектроники, их классификация, типы, характеристики и назначение, маркировка. Коммутационные приборы, их классификация, область применения и принцип действия. Состав и назначение основных блоков систем автоматического управления и регулирования. Электрические схемы и схемы соединений, условные изображения и маркировку проводов. Особенности схем промышленной автоматики, телемеханики, связи. Функциональные и структурные схемы программируемых контроллеров. Основные принципы построения систем управления на базе микропроцессорной техники. Способы макетирования схем. Последовательность и требуемые характеристики сдачи выполненных работ. Правила оформления сдаточной технической документации. Принципы установления режимов работы отдельных устройств, приборов и блоков. Характеристика и назначение основных электромонтажных операций. Назначение и области применения пайки, лужения. Виды соединения проводов. Технологию процесса установки крепления и пайки радиоэлементов. Классификацию электрических проводок, их назначение.

	Технологию сборки блоков аппаратуры различных степеней сложности. Конструкцию и размещение оборудования, назначение, способы монтажа различных приборов и систем автоматизации. Трубные проводки, их классификацию и назначение, технические требования к ним. Общие требования к автоматическому управлению и регулированию производственных и технологических процессов.
--	--

Основная задача практических занятий — научить обучающихся, самостоятельно использовать полученные знания в решении практических задач, составлять алгоритм действий в типовых и нетиповых ситуациях, выбирать материалы для профессиональной деятельности, определять их основные свойства по маркам. Основными формами организации учебного процесса по профессиональному модулю являются: самостоятельные работы, внеаудиторная самостоятельная работа, деловые игры, практические работы.

Итоговая аттестация по междисциплинарным курсам профессионального модуля в соответствии с учебным планом предусмотрена в форме дифференцированного зачета.

Выполнение практических работ призвано способствовать развитию у обучающихся аналитического мышления, умения самостоятельно работать с нормативными документами, ГОСТами, ОСТами, систематизации полученных знаний.

Правила выполнения практических и лабораторных работ

1. Обучающийся должен прийти на практическое занятие теоретически подготовленным к выполнению практической и лабораторной работы, иметь в наличии конспект, ручку.
2. При подготовке к занятиям обучающийся должен руководствоваться списком литературы, указанном в данных методических рекомендациях.
3. Перед выполнением задания обучающийся должен изучить краткие теоретические сведения, содержащиеся в практической и лабораторной работе, и ознакомиться с заданием и этапами работы.
4. Таблицы, рисунки должны выполняться аккуратно с помощью чертежных инструментов (линейки, циркуля) карандашом .
5. Расчеты проводятся на листах отчета.
6. Пользование справочной литературой, конспектами, учебниками разрешается только по согласованию с преподавателем.
7. Ответы на контрольные вопросы представляются в форме, определенной преподавателем.
8. По окончании времени, предусмотренного на выполнение работы, обучающихся сдает отчет преподавателю.
9. В случае не выполнения обучающимся практической и лабораторной работы (отсутствие, недобросовестное отношение), работа выполняется во внеурочное время, согласованное с преподавателем.
10. К сдаче дифференцированного зачета по дисциплине обучающийся допускается при условии выполнения всех предусмотренных программой практических и лабораторных работ и сдачи отчетов по ним.

Перечень лабораторных и практических работ

МДК.03.01 Технология эксплуатации контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

Тема 1.1. Техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.

Практическая работа №1 Составление графика технического обслуживания контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.

Практическая работа №2 Заполнение документации на приём контрольно-измерительных приборов и систем автоматики в эксплуатацию.

Лабораторная работа №1 Техническое обслуживание датчиков освещения.

Лабораторная работа №2 Техническое обслуживание электромеханических реле.

Лабораторная работа №3 Техническое обслуживание электродвигателей.

Лабораторная работа №4 Техническое обслуживание исполнительных механизмов.

Лабораторная работа №5 Техническое обслуживание сигнализаторов.

Лабораторная работа №6 Техническое обслуживание расходомера.

Лабораторная работа №7 Техническое обслуживание регистраторов.

Лабораторная работа №8 Техническое обслуживание программируемых устройств.

Лабораторная работа №9 Техническое обслуживание электрических машин.

Тема 1.2. Ремонт контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

Практическая работа №3 Составление графика ППР контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.

Практическая работа №4 Заполнение документации на приём в ремонт контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.

Лабораторная работа №1 Поиск неисправностей в релейных схемах.

Лабораторная работа №2 Диагностика неисправностей электромеханических реле.

Лабораторная работа №3 Диагностика неисправностей автоматических выключателей.

Лабораторная работа №4 Определение неисправностей электрических машин.

Лабораторная работа №5 Поверка вольтметров и амперметров.

Лабораторная работа №6 Поверка манометра.

Лабораторная работа №7 Поверка термометра сопротивления.

Лабораторная работа №8 Поверка термоэлектрического термометра.

Лабораторная работа №9 Поверка манометрических приборов.

Лабораторная работа №10 Поверка расходомеров.

МДК 03.02. Программирование контроллера и отладка систем шин.

Практическое занятие №1 Составление программы с содержанием логических операций «ИЛИ», «И».

Практическое занятие №2 Составление программы с содержанием битовых логических операций.

Практическое занятие №3 Составление программы с содержанием функций «Счетчик».

Практическое занятие №4 Составление программы с содержанием функции «Таймер».

Практическое занятие №5 Составление программы с содержанием команд разрядного уровня.

Практическое занятие №6 Составление программы с содержанием команд математических операций.

Практическое занятие №7 Составление программы с содержанием буквенных команд.

Практическое занятие №8 Составление программы с содержанием стандартных команд.

Практическое занятие №9 Составление комплексной программы с содержанием различных функций.

Практическое занятие №10 Составление программы с содержанием управляющих команд.

Практическое занятие №11 Распределение устройств ввода/вывода в соответствии с шиной Profibus.

Практическое занятие №12 Программирование и проектирование PROFIBUS DP с помощью STEP 7.

Практическая работа

Составление графика технического обслуживания приборов

Цель: научиться составлению графика технического обслуживания – подбора прибора, определения периода ремонтов, осмотров, диагностики и настройки.

Теоретическое изучение

В целях обеспечения надежной работы оборудования и предупреждения неисправностей и износа на предприятиях периодически проводят планово-предупредительный ремонт оборудования (ППР). Он позволяет провести ряд работ, направленных на восстановление оборудования, замену деталей, что обеспечивает экономичную и непрерывную работу оборудования.

Чередование и периодичность планово-предупредительного ремонта (ППР) оборудования определяется назначением оборудования, его конструктивными и ремонтными особенностями, габаритами и условиями эксплуатации.

Оборудование останавливают для планово-предупредительного ремонта, когда оно еще находится в рабочем состоянии. Этот (плановый) принцип вывода оборудования в ремонт позволяет произвести необходимую подготовку к остановке оборудования - как со стороны специалистов сервисного центра, так и со стороны производственного персонала заказчика. Подготовка к планово-предупредительному ремонту оборудования заключается в уточнении дефектов оборудования, подборе и заказе запасных частей и деталей, которые следует сменить при ремонте.

Такая подготовка позволяет осуществлять полный объем ремонтных работ без нарушения нормальной работы предприятия.

Грамотное проведение ППР предполагает:

- планирование планово-предупредительного ремонта оборудования;
- подготовка оборудования для планово-предупредительного ремонта;
- проведение планово-предупредительного ремонта оборудования;
- проведение мероприятий, связанных с планово-предупредительным ремонтом и техническим обслуживанием оборудования.

Плановый ремонт оборудования включает в себя следующие этапы:

1. Межремонтный этап обслуживания.

Межремонтный этап обслуживания оборудования осуществляется в основном без прекращения работы самого оборудования.

Межремонтный этап обслуживания оборудования состоит из:

- систематической очистки оборудования;
- систематической смазки оборудования;
- систематического осмотра оборудования;
- систематической регулировки работы оборудования;
- смены деталей с малым сроком эксплуатации;
- ликвидации малых неисправностей и дефектов.

Межремонтный этап обслуживания — другими словами это профилактика.

Межремонтный этап обслуживания включает в себя каждодневный осмотр и уход за оборудованием и должен быть подобающе организован для того, чтобы:

- кардинально продлить период работы оборудования;
- сохранить отличное качество работы;
- сократить и ускорить затраты, связанные с плановым ремонтом.

Межремонтный этап обслуживания заключается в:

- отслеживании, в каком состоянии находится оборудование;
- проведении рабочими правил подобающей эксплуатации;
- каждодневной чистке и смазке;
- своевременной ликвидации мелких поломок и регулировании механизмов.

Межремонтный этап обслуживания осуществляется без остановки процесса производства. Данный этап обслуживания проводят в период перерывов в работе оборудования.

2. Текущий этап планово-предупредительных ремонтов.

Текущий этап планово-предупредительного ремонта зачастую осуществляют, не вскрывая оборудование, на время останавливая работу оборудования. Текущий этап планово-предупредительного ремонта заключается в ликвидации поломок, появляющихся во время работы, и состоит из осмотра, смазки деталей, чистки оборудования.

Текущий этап планово-предупредительного ремонта предшествует капитальному. На текущем этапе планово-предупредительного ремонта проводят важные испытания и измерения, ведущие к выявлению изъянов оборудования на раннем этапе их появления. Собрав оборудование на текущем этапе планово-предупредительного ремонта, его налаживают и испытывают.

Постановление о годности оборудования к дальнейшей работе выносится ремонтниками, основываясь на сравнении итогов испытаний при текущем этапе планово-предупредительного ремонта с существующими нормами, итогами прошлых испытаний. Испытания оборудования, которое нет возможности транспортировать, проводят при помощи электротехнических мобильных лабораторий.

Помимо планово-предупредительного ремонта для ликвидации любых изъянов в работе оборудования осуществляют работы вне плана. Эти работы проводят после исчерпывания всего рабочего ресурса оборудования. Также для устранения последствий аварий проводится аварийно-восстановительный ремонт, который требует незамедлительного прекращения работы оборудования.

3. Средний этап планово-предупредительных ремонтов

Средний этап планово-предупредительного ремонта предназначен для частичного или полного восстановления отработавшего оборудования.

Средний этап планово-предупредительного ремонта заключается в том, чтобы разобрать узлы оборудования для просмотра, очистки деталей и ликвидации выявленных изъянов, смены деталей и узлов, которые быстро изнашиваются, и которые не обеспечивают подобающего использования оборудования до следующего капитального ремонта. Средний этап планово-предупредительного ремонта осуществляют не более одного раза в год.

Средний этап планово-предупредительного ремонта включает в себя ремонт, в котором нормативно-технической документацией устанавливает цикличность, объем и последовательность работ по ремонту, даже не взирая на техническое состояние, в котором находится оборудование.

Средний этап планово-предупредительного ремонта влияет на то, что работа оборудования поддерживается в норме, остается мало шансов на то, что оборудование выйдет из строя.

4. Капитальный ремонт

Капитальный ремонт оборудования осуществляется путем вскрытия оборудования, проверки оборудования с дотошным осмотром «внутренностей», испытаниями, измерениями, ликвидацией выявленных поломок, в результате чего проводится модернизация оборудования. Капитальный ремонт обеспечивает восстановление первоначальных технических характеристик оборудования.

Капитальный ремонт оборудования проводится только после межремонтного периода. Для его осуществления необходимо проведение следующих этапов:

- составление графиков выполнения работ;
- проведение предварительного осмотра и проверки;
- подготовка документации;
- подготовка инструментов, запчастей;
- выполнение противопожарных мероприятий и по технике безопасности.

Капитальный ремонт оборудования заключается:

- в замене или восстановлении изношенных деталей;
- модернизации каких-либо деталей;
- выполнении профилактических измерений и проверок;
- осуществлении работ по ликвидации малых повреждений.

Изъяны, которые обнаруживаются при осуществлении проверки оборудования, ликвидируются при последующем капитальном ремонте оборудования. Поломки, которые носят аварийный характер, ликвидируют незамедлительно.

Конкретный вид оборудования имеет свою периодичность проведения планово-предупредительного ремонта, которая регламентируется правилами технической эксплуатации.

Мероприятия по системе ППР отражаются в соответствующей документации, при строгом учете наличия оборудования, его состояния и движения. В перечень документов входят:

- Технический паспорт на каждый механизм или его дубликат.
- Карточка учета оборудования (приложение к техническому паспорту).
- Годовой циклический план-график ремонта оборудования.
- Годовая план-смета капитального ремонта оборудования.
- Месячный план-отчет ремонта оборудования.
- Приемо-сдаточный акт на проведение капитального ремонта.
- Сменный журнал нарушений работы технологического оборудования.
- Выписка из годового графика ППР.

На основании утвержденного годового плана-графика ППР составляется номенклатурный план на производство капитальных и текущих ремонтов с разбивкой по месяцам и кварталам. Перед началом капитального или текущего ремонта необходимо уточнить дату постановки оборудования на ремонт.

Годовой график ППР и таблицы исходных данных являются основанием для составления годового плана-сметы, которая разрабатывается дважды в год. Годовая сумма плана-сметы разбивается по кварталам и месяцам в зависимости от срока проведения капитального ремонта согласно графику ППР данного года.

На основании плана-отчета в бухгалтерию предоставляется отчет о произведенных затратах по капитальному ремонту, а руководителю - отчет о выполнении номенклатурного плана ремонтов по годовому план-графику ППР.

В настоящее время для планово-предупредительного ремонта (ППР) все более широко используются средства вычислительной и микропроцессорной техники (установки, стенды, устройства для диагностики и испытания электрооборудования),

влияющие на предупреждение износа оборудования и сокращение сроков ремонта оборудования, уменьшение затрат на ремонт, также способствует повышению эффективности эксплуатации электрооборудования.

Примеры оформления план-графика технического обслуживания

Разработка план-графика технического обслуживания фрезерного станка DMF серии 250 LINEAR													
Вид ТО	Объект ТО	Период											
		Годовой 2019 г.											
		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
очистка	Корпус и рабочий стол	ежедневно											
смазка	Винты ходовые	Каждые 10 часов											
смазка	Направляющие портала	Каждые 10 часов											
смазка	Подшипниковые узлы	Каждые 40 часов											
Осмотр (при необходимости замена)	Ременные передачи	Спустя 400 часов работы											
Контроль затяжки	Винтовые соединения	Спустя 400 часов работы											
Периодический контроль точности													
Диагностика состояния узлов и деталей станка													
Диагностика электронных компонентов													
Текущие осмотры, настройки и наладки, коррекция УП		В течение всего года											

Разработка план-графика технического обслуживания токарно-револьверного центра с ЧПУ Haas ST-10				
Тип смазки	местонахождение	Интервал проверки	Интервал очистки фильтра	Интервал замены
Гидравлическое масло	бак гидросистем	раз в месяц	раз в 3 месяца	раз в 6 месяцев
Смазочное масло	емкость смазочной системы	раз в месяц	раз в месяц	при достижении нижней отметки уровня масла
СОЖ	бак системы охлаждения	ежедневно	раз в неделю	по мере ухудшения качества

План-график технического обслуживания по системе смазки

Ход работы:

1. Выбрать прибор/оборудование по своему варианту.
2. Вносим в пустую форму графика ППР наше оборудование.
3. На этом этапе определяем нормативы ресурса между ремонтами и простоя (данные брать из открытых источников сети Интернет).
4. Выбираем значения периодичности ремонта и простоя при капитальном и текущем ремонтах, и записываем их в свой график.
5. Для выбранного оборудования нам необходимо определиться с количеством и видом ремонтов в предстоящем году. Для этого нам необходимо определить

количество отработанных часов оборудования (расчет условно ведется с января месяца).

6. Определяем годовой простой в ремонте

7. В графе годового фонда рабочего времени указываем количество часов, которое данное оборудование будет находиться в работе за вычетом простоев в ремонте.

8. Сделать вывод

Практическая работа №2

Тема: Техническое обеспечение службы КИП и А

Цель: изучить назначение, классификацию технических измерительных приборов.

Краткие теоретические сведения

КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Измерительным прибором называется устройство, с помощью которого измеряемая величина сравнивается с единицей измерения.

Измерительный прибор предназначен для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

Измерительные приборы делятся на образцовые и рабочие.

Образцовыми называются приборы, предназначенные для хранения и воспроизводства единиц измерения, а также для проверки и градуировки приборов.

Рабочими называются приборы, используемые для практических измерений. В свою очередь, рабочие измерительные приборы делятся на лабораторные и технические. Лабораторные приборы в промышленности не применяют и в связи с этим далее они не рассматриваются. Для автоматического контроля и регулирования в промышленности используют технические рабочие приборы.

По назначению технические рабочие приборы делятся на показывающие, самопишущие, сигнализирующие, регулирующие и измерительные автоматы. Показывающие — приборы, по которым только отсчитывают измеряемую величину в данный момент времени. Самопишущие (регистрирующие) приборы снабжены устройством для автоматической регистрации (записи) значения измеряемой величины за все время работы прибора. Они дают возможность получить данные для последующего анализа работы объекта или хода технологического процесса путем обработки картограммы прибора. Самопишущие приборы могут иметь также показывающее устройство, в этом случае они одновременно являются показывающими и самопишущими. Сигнализирующие приборы имеют специальные приспособления для включения световой или звуковой сигнализации при достижении измеряемой величиной заранее заданного значения. Регулирующие приборы имеют специальное устройство, предназначенное для автоматического поддержания измеряемой величины на заданном значении или для изменения ее по заданному закону. Такие приборы могут иметь показывающее или

регистрирующее устройство, или одновременно и то и другое. Измерительные автоматы — это приборы с устройством, выполняющим по результатам измерения определенную работу, согласно установленной для них программе. Их применяют при взвешивании и дозировке жидких и сыпучих веществ, управлении работой технологического оборудования, сортировке продукции и других операциях.

По характеру передачи показаний приборы делятся на местные и с дистанционной передачей. Местные приборы по своей конструкции могут быть использованы только непосредственно у места измерения. У приборов с дистанционной передачей исполнительная часть находится на значительном расстоянии от места измерения.

Приборы с дистанционной передачей комплектуют в измерительные установки, которые состоят из следующих основных частей:

- первичного прибора — преобразователя (датчика), воспринимающего посредством чувствительного элемента (первичного преобразователя) изменения измеряемой величины, преобразующего ее в выходной сигнал — импульс и передающего последний на расстояние;
- вторичного прибора, который воспринимает посредством измерительного устройства импульсы, передаваемые преобразователем, и преобразует их в перемещения указателя относительно шкалы; вторичные приборы могут быть показывающими, самопишущими, сигнализирующими, регулирующими приборами или измерительными автоматами;
- соединительных трубных (пневматических, гидравлических) или электрических проводок, по которым передаются результаты измерений от преобразователя к вторичному прибору.

По виду показаний измерительные приборы делятся на аналоговые (непрерывные) и цифровые (дискретные). В аналоговом измерительном приборе показания являются непрерывной функцией изменений измеряемой величины. В цифровом измерительном приборе автоматически вырабатываются дискретные (прерывистые) сигналы измерительной информации, а показания представлены в цифровой форме.

По виду измеряемой величины приборы выпускают для измерения температуры, давления, расхода и количества, концентрации растворов, уровня, влажности и плотности газов, электрических величин и определения состава (анализа) газов и жидкостей.

С какой бы тщательностью ни было сделано измерение, оно сопровождается погрешностями, в той или иной степени искажающими результат измерения. Погрешностью называется разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины. Погрешности приборов не должны выходить, за пределы, установленные стандартами, нормами и техническими условиями для данного метода измерения. По точности измерения приборы разделяются по классам, обозначаемым цифрами: 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,4; 0,5; 0,6; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0. Обычно цифры, соответствующие классу точности прибора, наносят на шкалу и заключают в окружность. Класс

точности выражается числом погрешности, соответствующей нормальным условиям работы прибора, т. е. нормальному положению прибора, нормальной температуре окружающей среды и др. Например, для прибора класса 1,5 со шкалой 0—1000° С допустимая погрешность будет равна $\pm 15^\circ$ С, для прибора того же класса, но со шкалой 0—500° С допустимая погрешность будет $\pm 7,5^\circ$ С, а для прибора того же класса с двусторонней шкалой от —50 до +100° С — $\pm 2,25^\circ$ С. Иначе говоря, допустимая погрешность вычисляется от алгебраической разности верхнего и нижнего пределов измерения. Допустимая погрешность — наибольшая погрешность показания прибора, допускаемая нормами. Она характеризуется поставленными перед ней знаками плюс и минус или одним из этих знаков, если распространяется только на одни положительные или отрицательные значения допустимых нормами погрешностей. В настоящее время на промышленных предприятиях применяют в основном приборы классов точности 0,4; 0,5; 0,6; 1; 1,5. Приборами класса 0,1; 0,15; 0,2 и 0,25 пользуются пока еще мало, а приборы классов 2,0; 2,5 и 4 применяют все реже, потому что их низкая точность не удовлетворяет возросшим требованиям промышленных технологических процессов.

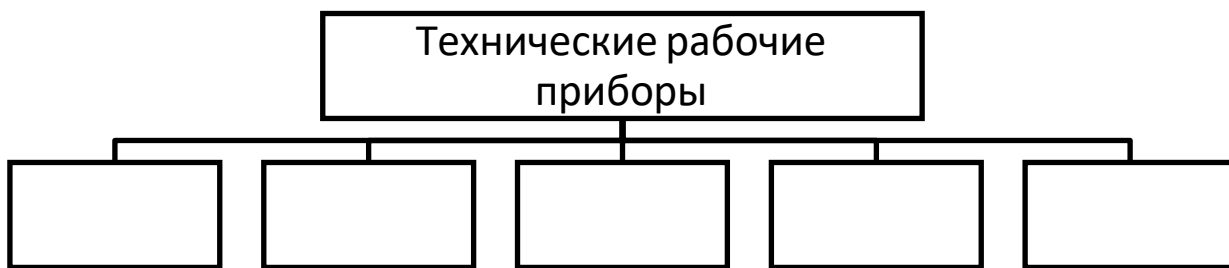
Ремонтопригодность, одно из основных свойств надёжности; заключается в приспособленности изделия (технические устройства) к проведению различных работ по его техническому обслуживанию и ремонту. Ремонтопригодность определяется эксплуатационной и ремонтной технологичностью изделия. Эксплуатационная технологичность — приспособленность к работам, выполняемым при техническом обслуживании, а также при подготовке изделия к эксплуатации, в процессе и по окончании её. Ремонтная технологичность — приспособленность к быстрому, удобному проведению ремонта. В более узком смысле под ремонтопригодностью понимают приспособленность устройства к удобному и быстрому осуществлению отдельных технологических операций при его обслуживании, ремонте, контроле технического состояния, при разборке (сборке) узлов и деталей устройства, их контроле и замене. Ремонтопригодность обеспечивается при проектировании и изготовлении изделия — правильным выбором конструкции и соблюдением технологии производства. Поддержание ремонтопригодности в процессе эксплуатации изделия достигается рациональной системой технического обслуживания и ремонта. Ремонтопригодность характеризуется средним временем восстановления и вероятностью восстановления работоспособности.

Взаимозаменяемость, свойство деталей или узлов машин, агрегатов, механизмов, аппаратов и др. технических конструкций, позволяющее заменить их или монтировать без дополнительной обработки при сохранении всех требований, предъявляемых к работе данного узла, механизма машины или конструкции в целом. В более широком смысле взаимозаменяемость — комплексное понятие, характеризующее направление в развитии современной техники. В этом смысле взаимозаменяемость включает в себя вопросы проектирования,

технологии и эксплуатации машин, приборов и др. Взаимозаменяемость имеет огромное народнохозяйственное значение и является одной из важнейших предпосылок организации массового и крупносерийного производства. Лишь при обеспечении взаимозаменяемости возможно широкое кооперирование производства (в масштабах не только одной, но и нескольких стран), основанное на изготовлении деталей и узлов одних и тех же машин на различных специализированных предприятиях. Если взаимозаменяемость обуславливает выпуск из производственных цехов в сборочные номинально одинаковых по назначению, конструкции и размерам деталей, полностью отвечающих качественным и физическим требованиям, а по форме и размерам соответствующих тем рабочим местам в механизмах, которые детали должны занимать, то такая взаимозаменяемость называется полной. Например, электролампы (диаметры и резьба цоколей), штепсельные вилки, лезвия бритв, винты, гайки, подшипники качения и др. могут применяться только при условии полной взаимозаменяемости. В ряде случаев экономически или технически выгодна незначительная дополнительная обработка одной из сопрягаемых деталей при сборке, или предварительная сортировка деталей и их монтаж по группам, без всяких, однако, ручных операций пригонки по месту, или подбор отдельных деталей из партии по их размерам и т.д. — это так называемая неполная взаимозаменяемость. Она применяется преимущественно при сборке машин и приборов на предприятии и сравнительно редко распространяется на запасные части. Одной из основных предпосылок взаимозаменяемости является выполнение размеров сопрягаемых деталей в пределах установленных допусков.

Практическая часть:

1. Что называется измерительным прибором?
2. Для чего предназначен измерительный прибор?
3. Как делятся измерительные приборы?
4. Для чего предназначен образцовый измерительный прибор?
5. Какие измерительные приборы называются рабочими?
6. Заполните классификационную схему деления технических рабочих приборов по назначению



7. Какие технические рабочие приборы называются показывающими?
8. Какую возможность дают самопишущие приборы?
9. Что такое измерительные автоматы?
10. Заполните классификационную схему деления технических рабочих приборов по характеру передачи показаний



11. Как по конструкции различаются местные приборы от приборов с дистанционной передачей?
12. Заполните классификационную схему деления технических рабочих приборов по виду показаний



13. Заполните классификационную схему деления технических рабочих приборов по виду измеряемой величины



14. Что называется погрешностью?
15. Каким требованиям должны удовлетворять погрешности приборов?
16. Как разделяются приборы по точности измерения?
17. Чему соответствует класс точности?
18. Что такое допустимая погрешность?
19. Что такое ремонтпригодность?
20. Эксплуатационная технологичность – это....
21. Ремонтная технологичность – это
22. Как обеспечивается ремонтпригодность изделия?
23. Чем характеризуется ремонтпригодность?
24. Что такое взаимозаменяемость?
25. Какая взаимозаменяемость называется полной?
26. Что означает не полная взаимозаменяемость?
27. Что является одной из основных предпосылок взаимозаменяемости??
28. Что имеют регулирующие приборы?

Содержание отчета

В результате выполнения работы в рабочей тетради должно быть выполнено задание и оформлен вывод.

Контрольные вопросы

1. Что называется измерительным прибором?
2. Для чего предназначен измерительный прибор?
3. Как делятся измерительные приборы?
4. Для чего предназначен образцовый измерительный прибор?
5. Какие измерительные приборы называются рабочими?
6. Заполните классификационную схему деления технических рабочих приборов по назначению

Литература

1. Бородин И.Ф., Андреев С.А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления 2-е изд., испр. и доп. Учебник для СПО, изд. Юрайт, 2017 г. 2. Минаев П.А. “Монтаж приборов и систем автоматизации” М. Стойиздат, 2016 г.
3. Средства измерений: учебник: для СПО / В.Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2013. – 319 с.
4. Контрольно-измерительные приборы и инструменты: учебник / С.А. Зайцев, А.Н. Полетов, Д.Д. Грибанов, Р.В. Меркулов. – М.: Академия, 20016. – 462с.
5. Зворыкина, Т.И. Техническое регулирование: сфера услуг: учеб. пособие / Зворыкина, Т.И., Платонова Н.А. – Москва: Альфа-М: ИНФРА-М, 2015. - 544 с.: ил.

Лабораторная работа №1

Тема: Эксплуатация датчиков температуры, давления, расхода, вторичных приборов

Цель: научиться применять на практике полученные ранее знания по принципу работы датчиков измеряющих температуру, научиться подключать датчики температуры к цифровым измерительным приборам, настраивать приборы, юстировать приборы.

Краткие теоретические сведения



Термосопротивление ТСМ-50м: медные термометры сопротивления типа ТСМ-50М и ТСМ-100М применяются для измерения температуры исследуемой среды в пределах от -200 до +180 °С. Эти приборы разработаны для использования в различных производственных процессах. Например, медные термосопротивления широко распространены в пищевой и перерабатывающей промышленности.

ТСМ-50М и ТСМ-100М имеют несколько модификаций, имеющих разные характеристики по нескольким признакам. Так, медные термометры

сопротивления обладают тремя типами присоединения: для этого используются 2-, 3- или 4-проводные схемы.

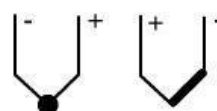
На приборах датный тип датчика обозначается значком:



Следующий не менее распространенный датчик температуры термопара. Термоэлектрические преобразователи (теропары), изготавливаемые из термопарного кабеля.

Диапазон	измеряемых температур	по ГОСТ 6616-94:
КТХА - термопара ХА (хромель-алюмель)		от -40 до 1200°C (кратковременно до 1300)
КТНН - термопара НН (нихросил-нисил)		от -40 до 1200°C (кратковременно до 1300)
КТЖК - термопара ЖК (железо-константан)		от -40 до 750°C (кратковременно до 800)

Однако, рабочий диапазон температур термопреобразователей (термопар) также определяется жаростойкими и жаропрочными свойствами, коррозионной стойкостью материала оболочки термопарного кабеля или защитного чехла.



На схеме данный тип датчика обозначается -

Напомним что каждый из датчиков работает по своему принципу исходя из своего устройства. Термометры сопротивления меняют свое сопротивление в зависимости от температуры. А термопара под действием температур вырабатывает термо-ЭДС, поэтому при проверке целостности датчиков и юстировке приборов обязательно обратите на это внимание. Ниже в таблицах приведены некоторые параметры датчиков.

тип ТП	T _p , °C	T _n , °C	материал защитной оболочки	диаметр защитной оболочки, d, мм
КТНН	от -40 до 800	600	C ₃₂₁ - сталь AISI 321	1,5; 2; 3; 4,5; 6
	от -40 до 900	700	C ₃₁₆ - сталь AISI 316	1,5; 2; 3; 4,5; 6
	от -40 до 900	800	T ₃₁₀ - сталь AISI 310, T ₆₀₀ - сплав Inconel 600	1,5; 2
	от -40 до 1000	900		3
	от -40 до 1100	1000		4,5; 6
	от -40 до 1150	1000	T ₇₄₀ - сплав Alloy 740	3
	от -40 до 1250	1100		4,5; 6
КТХА	от -40 до 700	-	C ₃₂₁ - сталь AISI 321, C ₃₁₆ - сталь AISI 316, T ₆₀₀ - сплав Inconel 600	0,5; 1
	от -40 до 800	600	C ₃₂₁ - сталь AISI 321	1,5; 2; 3; 4,5; 6
	от -40 до 900	700	C ₃₁₆ - сталь AISI 316	1,5; 2; 3; 4,5; 6
	от -40 до 900	700	T ₃₁₀ - сталь AISI 310, T ₆₀₀ - сплав Inconel 600, T ₄₄₆ - сталь AISI 446	1,5; 2
	от -40 до 1000	800		3
	от -40 до 1100	900		4,5; 6
КТЖК	от -40 до 450	350	C ₃₂₁ - сталь AISI 321, C ₃₁₆ - сталь AISI 316	2
	от -40 до 550	450		3
	от -40 до 650	550		4,5
	от -40 до 750	650		6
КТХК	от -40 до 600	450	C ₁₀ - сталь 12X18H10T	1,5; 3; 4; 5

Условное обозначение НСХ	Материал	R ₀ , Ом	W ₁₀₀	Допустимый диапазон температур, °C
100M	Медь	100	1,428	-200...180

50M	Медь	50	1,428	-200...180
100П	Платина	100	1,391	-200...750
50П	Платина	50	1,391	-200...750
Pt100	Платина	100	1,385	-200...750

Градуировочные таблицы:

ГОСТ Р 8.585-2001 - Преобразователь типа ТХА (К), характеристика преобразования ХА (К) (-200...+1300 °С)

Температура раб. конца, °С	Термо-ЭДС, мВ
-200	-5,891
-150	-4,913
-100	-3,554
-50	-1,889
0	0,000
50	2,023
100	4,096
150	6,138
200	8,138
250	10,153
300	12,209
350	14,293
400	16,397
450	18,516
500	20,644
520	21,497
540	22,350
560	23,203
580	24,055
600	24,905

ГОСТ 6651-2009 - НСХ Термопреобразователи типа ТСМ 50М

Термопреобразователь ТСМ 50М	
Температура раб. конца, °С	Сопротивление, Ом
-100	28,265
-90	30,505
-80	32,695
-70	34,875
-60	37,055
-50	39,225

-40	41,39
-30	43,55
-20	45,705
-10	47,855
0	50
10	52,14
20	54,28
30	56,415
40	58,555
50	60,695
60	62,835
70	64,97
80	67,11
90	69,25
100	71,39

Краткое описание вторичных приборов для подключения датчиков температуры.

В качестве приборов взяты измерители, измерители регуляторы и ПИД регуляторы фирмы ОВЕН, но с данным типом датчика могут работать и другие приборы широко представленные на рынке фирмами Siemens, Элемер, Дженерал Электрик и др.

Основные функции измерителя двухканального ОВЕН 2ТРМ0



- Два универсальных входа для подключения широкого спектра датчиков температуры, давления, влажности, расхода, уровня и т. п.;
- Цифровая фильтрация и коррекция входного сигнала, масштабирование шкалы для аналогового входа;
- Вычисление и индикация квадратного корня из измеряемой величины (например, для регулирования мгновенного расхода);
- Вычисление разности двух измеряемых величин ($\Delta T = T_1 - T_2$);
- Индикация текущих значений измеренных величин T_1, T_2 или их разности на встроенном 4-х разрядном светодиодном цифровом индикаторе;
- Импульсный источник питания 90...245 В 47...63 Гц;
- Встроенный источник питания 24 В для активных датчиков во всех

модификациях прибора;

- Программирование кнопками на лицевой панели прибора;
- Сохранение настроек при отключении питания;
- Защита настроек от несанкционированных изменений;

-
- Назначение измерителя 2ТРМ0
 - Измеритель 2ТРМ0 предназначен для измерения температуры теплоносителей и различных сред в холодильной технике, сушильных шкафах, печах различного назначения и другом технологическом оборудовании, а также для измерения других физических параметров (веса, давления, влажности и т. п.).
 - Класс точности 0,5 (термопары)/0,25 (другие типы сигналов). Регулятор выпускается в корпусах 5 типов: настенном Н, монтаж на Дин-рейку Д и щитовых Щ1, Щ11, Щ2.

УКТ38-В измеритель температуры 8-канальный с аварийной сигнализацией и встроенным барьером искрозащиты



Устройство контроля температуры восьмиканальное с аварийной сигнализацией и встроенным барьером искрозащиты ОВЕН УКТ38-В предназначено для контроля температуры в нескольких зонах одновременно (до 8-ми) и аварийной сигнализации о выходе любого из контролируемых параметров за заданные пределы, а также для их регистрации на ПК.

Функциональные возможности прибора

- Контроль температуры в нескольких зонах одновременно (до 8-ми)
- Восемь входов* для измерения температуры с помощью датчиков:
 - термопреобразователей сопротивления типа ТСМ 50М или ТСП 50П;
 - термопреобразователей сопротивления типа ТСМ 100М или ТСП 100П, Pt 100;
 - термопар ТХК(L), ТХА(K).
- Аварийная сигнализация или отключение установки при:
 - выходе любой из контролируемых величин за заданные пределы;
 - выходе датчиков из строя.
- Барьер искрозащиты для линий связи прибора с датчиками (маркировка взрывозащиты [Ex ib Gb] IIB)
- Индикация измеренных величин и заданных для них уставок на двух встроенных индикаторах
- Программирование кнопками на лицевой панели прибора
- Сохранение заданных параметров при отключении питания
- Регистрация контролируемых параметров на ЭВМ через адаптер сети

ОВЕН АС2 по интерфейсу RS-232

ТРМ1 измеритель-регулятор одноканальный

Основные функции измерителя-регулятора ОВЕН ТРМ 1



- Универсальный вход для подключения широкого спектра датчиков температуры, давления, влажности, расхода, уровня и т. п.
- Регулирование входной величины:
 - двухпозиционное регулирование.
 - аналоговое П-регулирование.
- Цифровая фильтрация и коррекция входного сигнала, масштабирование шкалы для аналогового входа
- Вычисление и индикация квадратного корня из измеряемой величины (например, для регулирования мгновенного расхода)
- Выходной сигнал тока 4...20 мА для регистрации измеренной величины (модификация по типу выхода И)

Возможность управления трехфазной нагрузкой (модификация по типу выхода

-
- Универсальный источник питания. Позволяет запитывать прибор как от источника переменного напряжения 90...264В (номинал 220В), так и от источника постоянного напряжения 20...375В (номинал 24В).
 - Встроенный источник питания 24 В для активных датчиков, выходных аналоговых устройств (ЦАП) и др.
 - Программирование кнопками на лицевой панели прибора
 - Сохранение настроек при отключении питания
 - Защита настроек от несанкционированных изменений

-
- Назначение терморегулятора ОВЕН ТРМ 1
 - Терморегулятор ОВЕН ТРМ 1 предназначен для измерения, регистрации или регулирования температуры теплоносителей и различных сред в холодильной технике, сушильных шкафах, печах различного назначения и другом технологическом оборудовании, а также для измерения других физических параметров (веса, давления, влажности и т. п.).

ТРМ10 ПИД-регулятор одноканальный



Терморегулятор ОВЕН ТРМ10 предназначен для измерения температуры или другой физической величины (веса, давления, влажности и т. п.), импульсного или аналогового управления нагрузкой по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону, а также для формирования дополнительного сигнала, который может быть использован для сигнализации о выходе параметра за установленные границы или для

двухпозиционного регулирования.
 Прибор ОВЕН ТРМ10 рекомендуется применять для управления объектами, обладающими повышенной инерционностью, где обычное двухпозиционное регулирование не обеспечивает необходимую точность. При использовании в качестве терморегулятора ОВЕН ТРМ10 может управлять как

.....
 процессом нагрева, так и процессом охлаждения объекта.

Главные преимущества нового ПИД-регулятор ТРМ10

Улучшенная помехоустойчивость	новый ПИД-регулятор ТРМ10 полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 51522 (МЭК 61326-1) по электромагнитной совместимости для оборудования класса А (для промышленных зон) с критерием качества функционирования А		
Повышенная надежность	наработка на отказ составляет 100 000 часов		
Повышенная точность измерений	погрешность измерений не превышает 0,15 % (при классе точности 0,25/0,5)		
Увеличенный межповерочный интервал	межповерочный интервал – 3 года		
Увеличенный срок гарантии	гарантийный срок обслуживания нового ТРМ10 составляет 5 лет		
Улучшенные показатели климатического исполнения	допустимый диапазон рабочих температур от –20 до +50 °С		
Универсальный вход	прибор поддерживает все наиболее распространенные типы датчиков		
Все возможные типы выходных устройств	Р	–	э/м реле
	К	–	транзисторная оптопара
	С	–	симисторная оптопара
	СЗ	–	три симисторные оптопары
	И	– ЦАП	«параметр – ток 4...20 мА»
	У	– ЦАП	«параметр – напряжение 0...10 В»
Расширенный диапазон напряжений питания	Т – выход для управления твердотельным реле 90...245 В частотой 47...63 Гц		
Встроенный источник питания 24 В во всех модификациях нового ПИД-регулятора ТРМ10	для питания активных датчиков, выходных аналоговых устройств (ЦАП) или других низковольтных цепей АСУ		
Усовершенствованная математическая модель ПИД-регулятора	новый ПИД-алгоритм регулирования		

Основные функции ПИД-регулятора ОВЕН ТРМ10

- Универсальный вход для подключения широкого спектра датчиков температуры, давления, влажности, расхода, уровня и т. п.
- ПИД-регулирование измеренной величины с использованием «нагревателя» или «холодильника»
- Автонастройка ПИД-регулятора по современному эффективному алгоритму
- Дополнительный выход для сигнализации о выходе регулируемой величины за установленные границы (или для двухпозиционного регулирования)
- Регулирование мощности (например, для управления инфракрасной лампой) в модификации с аналоговым выходом 4...20 мА, совместно с прибором ОВЕН БУСТ
- Возможность управления трехфазной нагрузкой
- Выходной сигнал тока 4...20 мА для регистрации измеренной величины (модиф. по типу выхода И)
- Возможность управления трехфазной нагрузкой (модиф. по типу выхода С3)
- Импульсный источник питания 90...245 В 47...63 Гц
- Встроенный источник питания 24 В для активных датчиков, выходных аналоговых устройств (ЦАП) и др.
- Программирование кнопками на лицевой панели прибора
- Сохранение настроек при отключении питания
- Защита настроек от несанкционированных изменений

Подключение датчиков, приборов, настройка приборов.

Для настройки каждого из приборов, учащемуся выдается инструкция по эксплуатации именно того прибора который он настраивает и подключает, наличие необходимого инструмента, монтажные провода. Ознакомиться с инструкцией по эксплуатации прибора, наличием входного и выходного каскада. Определиться с каким/какими датчиками работает данный прибор, его возможности и для чего он предназначен. Соединение прибора с источником питания (сетью) и датчиком производится по соответствующим схемам, приведенным в Приложении Б, с соблюдением изложенной ниже последовательности действий:

1. Подключить прибор к источнику питания;
2. Подать питание, выставить код типа датчика и режим работы устройства сравнения, а также необходимые уставки регулирования (см. Приложение В), затем снять питание;
3. Подключить линию связи «прибор – датчик» к первичному преобразователю и входу прибора;
4. Подключить линии связи «прибор – нагрузка» к исполнительным механизмам и выходу прибора;

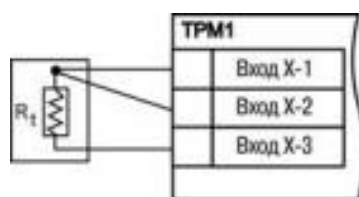
Внимание! Для защиты входных цепей прибора от возможного пробоя зарядами статического электричества, накопленного на линиях связи «прибор – датчик» перед

подключением к клеммнику прибора, их жилы следует на 1...2 сек соединить с винтом заземления щита. 45 После подключения всех необходимых связей подать на прибор питание, после чего прибор перейдет в режим РАБОТА. При исправности датчика и линии связи на цифровом индикаторе отобразится текущее значение измеряемой величины. Если показания прибора не соответствуют реальному значению измеряемой величины, необходимо проверить исправность датчика и целостность линии связи, а также правильность их подключения.

Параметры настройки приборов (входные параметры для компараторов, и выходные параметры) выдаются отдельно преподавателем и являются индивидуальным для каждого из учащихся.

Практическая часть:

1. Изучить описание измерительных приборов.
2. Подключить питание прибора в соответствии с инструкцией по эксплуатации.
3. Произвести настройку прибора на работу с данным типом датчика, указав в соответствующих настройках прибора необходимые параметры и тип датчика.
4. Обратите внимание, что некоторые приборы работают ТОЛЬКО с определенным типом датчиков.
5. Подключить датчик температуры в соответствии с выбранным типом и схемой подключения.



Включите прибор и сравните показания прибора с эталонным прибором, выясните ли разница в показаниях. Если таковые имеются, но необходимо произвести поверку вторичных приборов и произвести корректировку показания прибора при помощи сдвига характеристик показания прибора. Если тип датчика термометр сопротивления, то для поверки используйте эталонное сопротивление с классом точности 0,05% номиналом 50 Ом подключив его вместо датчика температуры. Внесите корректировку в показания прибора. Подключите датчик снова и сверьте показания с эталонным прибором. Если необходимо повторите повторно поверку по эталонному сопротивлению.

Содержание отчета

В результате выполнения работы в рабочей тетради должно быть выполнено задание и оформлен вывод.

Контрольные вопросы

Может ли влиять на показание приборов длина провода соединяющая датчик и вторичный прибор ? если да то как ?

Литература

- . Бородин И.Ф., Андреев С.А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления 2-е изд., испр. и доп. Учебник для СПО, изд. Юрайт, 2017 г. 2. Минаев П.А. “Монтаж приборов и систем автоматизации” М. Стойиздат, 2016 г.
3. Средства измерений: учебник: для СПО / В.Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2013. – 319 с.
4. Контрольно-измерительные приборы и инструменты: учебник / С.А. Зайцев, А.Н. Полетов, Д.Д. Грибанов, Р.В. Меркулов. – М.: Академия, 20016. – 462с.
5. Зворыкина, Т.И. Техническое регулирование: сфера услуг: учеб. пособие / Зворыкина, Т.И., Платонова Н.А. – Москва: Альфа-М: ИНФРА-М, 2015. - 544 с.: ил.

Лабораторная работа №2

Тема: Составление графика работ по эксплуатации приборов, регуляторов, исполнительных механизмов

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

Краткие теоретические 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.

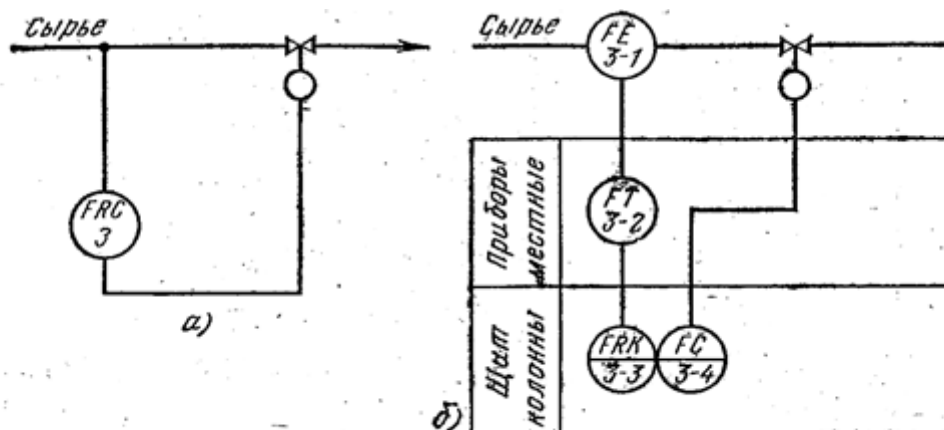
В отдельных случаях при отсутствии в стандартах необходимых изображений могут быть использованы нестандартные изображения, которые, выполняя на основе характерных признаков изображаемых устройств.

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 (рис.3.1, а).

Рисунок 3.1 – 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 3.1. На рис.3.1,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 рис.3.1,б изображен тот же узел, что и на рис.3.1,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, по- лукомплекты телемеханики, устройства телевидения и т. п. Такие устройства обозначают прямоугольником произвольных размеров с указанием внутри прямоугольника типа устройства по документации завода-изготовителя.

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, пульта, 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 3.2. На рис.3.2 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).

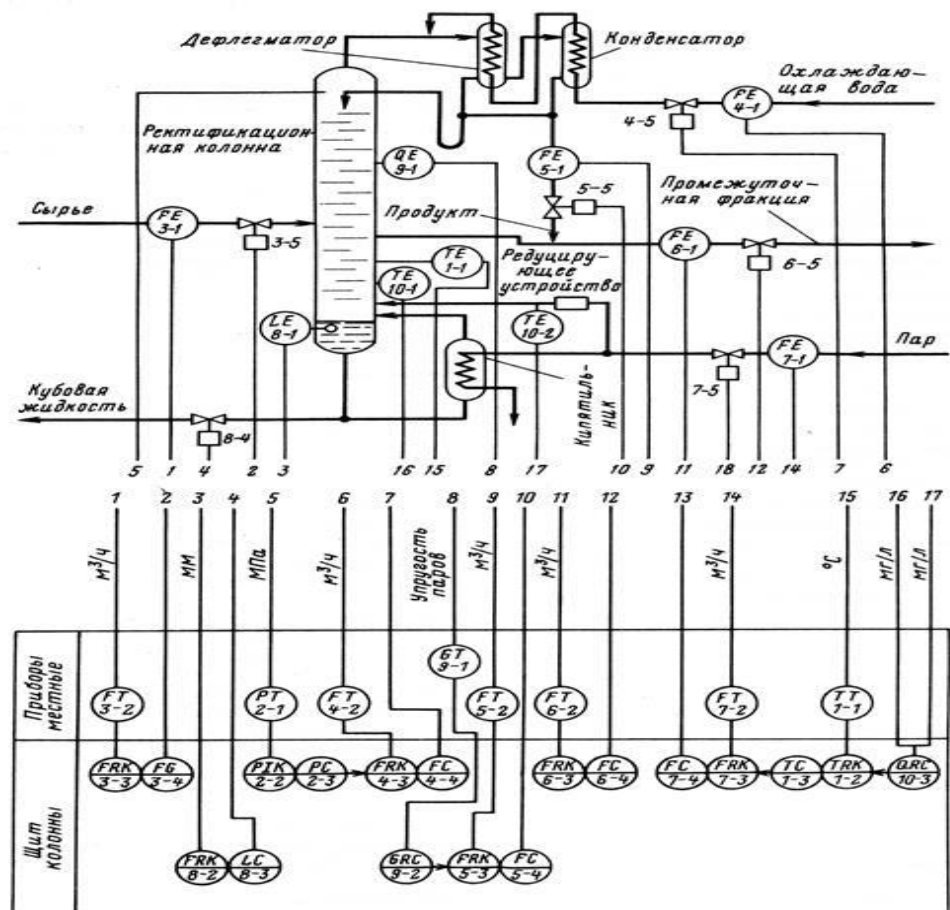


Рисунок 3.2 – Пример выполнения функциональной схемы автоматизации по первому способу с изображением приборов по ГОСТ 21.404-85

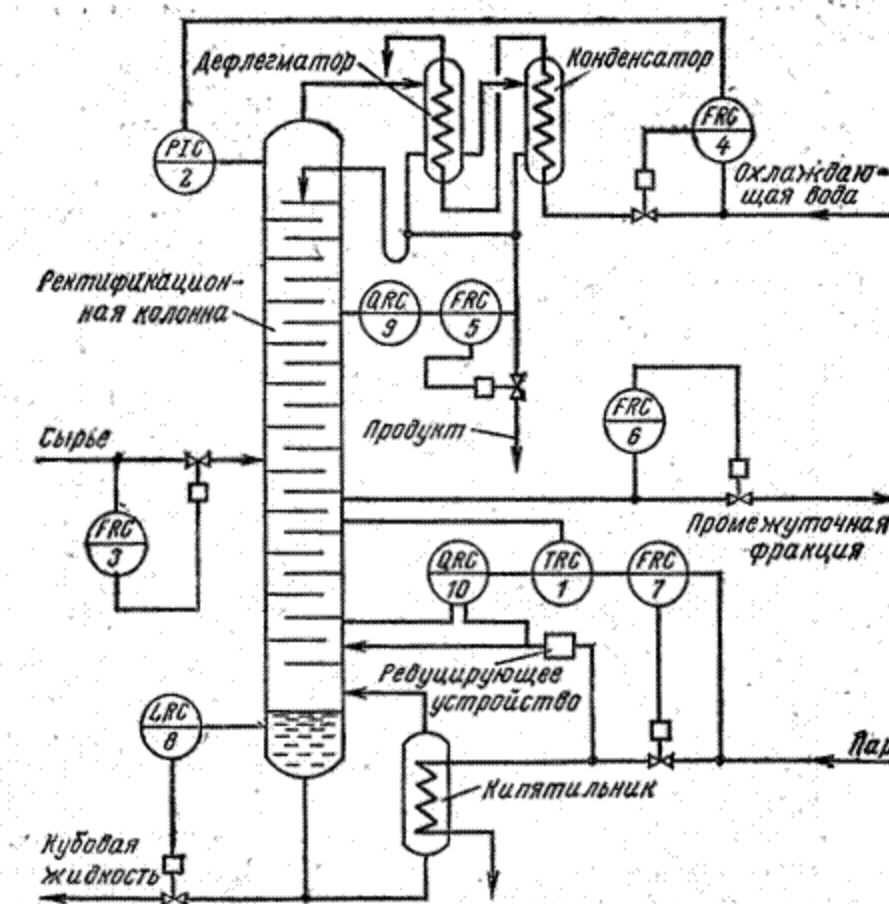
Все комплекты аппаратуры контроля и автоматизации имеют цифровое позиционное обозначение. Например, регулирование расхода сырья осуществляется комплектом аппаратуры, состоящим из диафрагмы 3-1, бесшкального дифманометра и регулирующего прибора для измерения расхода 3-3, снабженного станцией управления 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 3.3. На рис.3.3 приведена схема автоматизации, выполненная по второму способу.

Рисунок 3.3 – Пример выполнения функциональной схемы автоматизации 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.

Практическая часть:

Проанализировать современное состояние и перспективы развития современных автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Содержание отчета

В результате выполнения работы в рабочей тетради должно быть выполнено задание и оформлен вывод.

Контрольные вопросы

Что представляет собой функциональная схема автоматизации?

Литература

1. Бородин И.Ф., Андреев С.А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления 2-е изд., испр. и доп. Учебник для СПО, изд. Юрайт, 2017 г. 2. Минаев П.А. "Монтаж приборов и систем автоматизации" М.

Стойиздат, 2016 г.

3. Средства измерений: учебник: для СПО / В.Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2013. – 319 с.

4. Контрольно-измерительные приборы и инструменты: учебник / С.А. Зайцев, А.Н. Полетов, Д.Д. Грибанов, Р.В. Меркулов. – М.: Академия, 20016. – 462с.

5. Зворыкина, Т.И. Техническое регулирование: сфера услуг: учеб. пособие / Зворыкина, Т.И., Платонова Н.А. – Москва: Альфа-М: ИНФРА-М, 2015. - 544 с.: ил.

Лабораторная работа №3

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Цель работы: изучить конструкцию машин постоянного тока, отдельных узлов машин постоянного тока и их взаимодействие, ознакомиться с электротехническими материалами, применяемыми в электрических машинах.
2. Основные понятия. Электрические машины постоянного тока используют в качестве генераторов и электродвигателей. По сравнению с электрическими машинами переменного тока у них более высокая стоимость, они сложнее в изготовлении и менее надежны в работе из-за наличия в их конструкции щеточно-коллекторного узла. Поэтому генераторы постоянного тока менее распространены и их заменяют синхронными генераторами, работающими совместно с полупроводниковыми преобразователями переменного тока в постоянный. Однако двигатели постоянного тока находят более широкое применение по сравнению с двигателями переменного тока и имеют следующие преимущества: хорошие пусковые свойства, значительную перегрузочную способность, благоприятные механические характеристики, возможность плавного и глубокого регулирования частоты вращения. Двигатели постоянного тока используют в электрокарах, автомобилях и тракторах с бортовой электрической сетью постоянного тока; во всевозможных автоматизированных приводах, например, в установках приготовления гранулированного зеленого корма типа АВМ. Генераторы применяют в сварочных установках, устройствах заряда аккумуляторов. - 7

2.1. Основные законы.

2.1.1. Закон Ампера. Принцип действия электрической машины основан на физических явлениях открытых Фарадеем и Ампером. Физическое явление, открытое Ампером, состоит в том, что если проводник, по которому течет ток, находится в магнитном поле, на каждый из носителей тока действует сила. От носителя тока действие этой силы передается проводнику, по которому он перемещается. В результате на проводник с током, находящийся в магнитном поле, действует сила. Соотношение величин было установлено экспериментально Ампером и носит название закона Ампера: если проводник длиной L , по которому проходит электрический ток I , поместить в магнитное поле с индукцией B перпендикулярно магнитным силовым линиям, то на проводник будет действовать

выталкивающая сила: $F = I B L$. Направление действия этой силы определяется по правилу левой руки. Правило левой руки — правило определения направления механической силы, действующей на проводник с током, помещенный в магнитное поле: если расположить левую руку таким образом, что силовые линии магнитного поля будут входить в ладонь, а вытянутые пальцы направить по току, то отогнутый большой палец покажет направление действующей силы. Векторы силовых линий, тока и силы расположены под углом 90° .

2.1.2. Закон Фарадея. В 1831 г. Фарадеем сформулирован закон электромагнитной индукции: если проводник пересекает магнитное поле, то в нем индуцируется ЭДС, величина которой пропорциональна интенсивности магнитного поля B , длине проводника L и скорости его перемещения V в магнитном поле: $\epsilon = B L V$. Направление ЭДС определяют по правилу правой руки: если правую руку расположить таким образом, что силовые линии магнитного поля будут входить в ладонь, а отогнутый под углом 90° большой палец будет показывать направление перемещения проводника, то четыре вытянутых пальца покажут направление ЭДС. Векторы силовых линий, скорости и ЭДС расположены под углом 90° .

2.2. Рабочий процесс генератора постоянного тока. Генератор постоянного тока — вращающаяся электрическая машина постоянного тока, предназначенная для преобразования механической энергии в электрическую постоянного тока. - 8 - Рабочий процесс ГПТ можно условно разделить на 4 стадии:

1 — «возбуждение». Обмотка возбуждения, расположенная на полюсах, подключается к источнику постоянного напряжения. Под действием приложенного напряжения по обмотке потечет ток возбуждения, который создает основной магнитный поток. Этот магнитный поток замыкается по магнитной цепи генератора, пронизывая обмотку якоря.

2 — «подведение первичной энергии». Якорь приводится во вращение первичным двигателем.

3 — «преобразование энергии». Вращающиеся проводники якоря пересекают основной магнитный поток. Это индуцирует электродвижущие силы ЭДС в проводниках обмотки якоря. ЭДС проводников через коллектор и щетки выводится на зажимы генератора. Таким образом, в режиме холостого хода напряжение генератора равно ЭДС, а мощность первичного двигателя затрачивается на покрытие потерь холостого хода.

4 — «передача энергии нагрузке». К зажимам генератора подключается электрическая нагрузка. Под действием напряжения по нагрузке и обмотке якоря протекает ток. Ток обмотки создает магнитный поток, называемый магнитным потоком реакции якоря. Взаимодействие потоков возбуждения и реакции якоря создает тормозной электромагнитный момент, преодолевая который первичный двигатель затрачивает механическую энергию, а генератор превращает ее в электрическую. При вращении с помощью первичного двигателя ротора генератора постоянного тока в магнитном поле, образованном обмоткой возбуждения, в обмотке якоря в соответствии с законом электромагнитной индукции наводится ЭДС. Максимальное значение ЭДС будет иметь место при расположении стороны катушки под магнитным полюсом. При пересечении

обмоткой якоря оси геометрической нейтрали ЭДС обращается в нуль, при дальнейшем повороте ротора изменяет знак на противоположный. Для выпрямления, возникающего в обмотке якоря переменного напряжения, используется коллектор, благодаря чему со щеток генератора снимается напряжение постоянного тока с незначительным уровнем пульсаций. Значение напряжения на зажимах обмотки якоря определяется частотой вращения и током возбуждения. Выходные характеристики генератора зависят от способа возбуждения (электромагнитное или от постоянных магнитов) и от схемы включения обмотки возбуждения по отношению к обмотке якоря. На практике используются генераторы постоянного тока с параллельным, последовательным и смешанным электромагнитным возбуждением. - 9

2.3. Рабочий процесс двигателя постоянного тока. Двигатель постоянного тока (ДПТ) — машина постоянного тока, предназначенная для преобразования электрической энергии постоянного тока в механическую. При подключении ДПТ к питающей сети постоянного тока через обмотки якоря и возбуждения протекает постоянный ток, создающий собственные магнитные потоки. В результате взаимодействия потоков образуется вращающий момент. Рабочий процесс ДПТ можно условно разделить на 4 стадии:

1 — «возбуждение». На обмотку возбуждения полюсов подключается постоянное напряжение. По обмотке потечет ток якоря, создающий магнитный поток, замыкающийся по магнитной цепи и воздушному зазору;

2 — «подведение первичной энергии». На обмотку якоря подводится постоянное напряжение. По обмотке якоря потечет ток;

3 — «преобразование энергии». По закону Ампера на проводники с током, помещенные в магнитное поле действует электромагнитная выталкивающая сила. Якорь начинает вращаться с частотой n . Также в проводниках якоря, вращающихся в магнитном поле, наводится ЭДС. Эта ЭДС направлена против тока и называется противо-ЭДС;

4 — «подключение нагрузки». К валу двигателя подключают механическую нагрузку, которая создает тормозной момент. Вал двигателя замедляет вращение, что уменьшает противо-ЭДС. Нарушается электрическое равновесие $U=E$. Для его восстановления из сети потребляется больший ток, который увеличивает частоту вращения и противо-ЭДС. - 10

2.4. Конструкция машины постоянного тока. Рис. 1. Конструктивная схема машины постоянного тока: 1 — станина (ядро); 2 — сердечник якоря; 3 — сердечник главных полюсов; 4 — обмотка якоря; 5 — коллектор; 6 — щеточный аппарат; 7 — подшипниковые щиты; 8 — подшипники; 9 — вал; 10 — обмотка возбуждения. Станина 1 служит для крепления полюсов и подшипниковых щитов и является частью магнитопровода, так как через нее замыкается магнитный поток машины. Станину изготовляют из стали — материала, обладающего достаточной механической прочностью и большой магнитной проницаемостью. В нижней части станины имеются лапы для крепления машины к фундаментальной плите, а по окружности станины расположены отверстия для крепления сердечников главных полюсов 3. Обычно станину делают цельной из стальной трубы, либо

сварной из листовой стали, за исключением машин с весьма большим наружным диаметром, у которых станину делают разъемной, что облегчает транспортировку и монтаж машины. Индуктор — узел, назначением которого является создание в машине основного магнитного поля (потока). Это неподвижная часть машины. Индуктор состоит из обмотки возбуждения и сердечников полюсов (магнитное поле может создаваться постоянными магнитами, но при этом возникает сложность регулировки величины магнитного потока). Сердечники главных полюсов предназначены для создания основного магнитного потока машины. Со стороны, обращенной к якорю, сердечник полюса имеет полюсный наконечник, который обеспечивает необходимое распределение магнитной индукции в зазоре машины. Сердечники главных полюсов делают шихтованными из листовой конструкционной стали толщиной 1–2 мм или - 11 - из тонколистовой электротехнической анизотропной холоднокатаной стали, например марки 3411. Штампованные пластины главных полюсов специально не изолируют, так как тонкая пленка окисла на их поверхности достаточна для значительного ослабления вихревых токов, наведенных в полюсных наконечниках пульсациями магнитного потока, вызванного зубчатостью сердечника якоря. Анизотропная сталь обладает повышенной магнитной проницаемостью вдоль проката, что должно учитываться при штамповке пластин и их сборке в пакет. Пониженная магнитная проницаемость поперек проката способствует ослаблению реакции якоря и уменьшению потока рассеяния главных и добавочных полюсов. Кроме главных полюсов в машинах мощностью более 0,5 кВт устанавливаются дополнительные полюса, которые служат для улучшения токосъема (коммутации) с коллектора. Главные и дополнительные полюса крепятся к ярму болтами. Число главных полюсов, создающих основной магнитный поток в машине, всегда четное, причем «северные» и «южные» чередующиеся, что достигается особым соединением катушек возбуждения. Массивное ярмо одновременно является станиной, к которой крепятся неподвижные части машины и с помощью которой машина крепится к основанию. Обмотки возбуждения предназначены для подведения к ним постоянного тока, создающего основной магнитный поток. Они выполняются из изолированного провода круглого или прямоугольного сечения марок ПЭЛ, ПЭВ-1, ПЭВ-2, ПЭМ-1, ПЭМ-2, ПЭВЛ и др. В машинах постоянного тока небольшой мощности полюсные катушки делают бескаркасными — намоткой обмоточного провода непосредственно на сердечник полюса, предварительно наложив на него изоляционную прокладку. В большинстве машин (мощностью 1 кВт и более) полюсную катушку делают каркасной: обмоточный провод наматывают на каркас (обычно пластмассовый), а затем надевают на сердечник полюса. Т. о. основной поток создается обмоткой возбуждения, по которой проникает постоянный ток, а сердечник полюса и ярмо служат в роли магнитопровода, т. к. имеют высокую магнитную проницаемость. Якорь — часть электрической машины, в которой преобразуется электрическая энергия. Якорь машины постоянного тока состоит из вала 9, сердечника 2 с обмоткой 4 и коллектора 5. Сердечник якоря служит для крепления обмотки и является частью магнитопровода машины. Сердечник якоря имеет шихтованную конструкцию и набирается из штампованных пластин тонколистовой электротехнической стали. Листы покрывают изоляционным лаком, собирают в пакет и запекают. Готовый сердечник напрессовывают на вал якоря. Такая конструкция сердечника - 12 - якоря позволяет значительно ослабить в нем вихревые токи, возникающие в

результате его перемагничивания в процессе вращения в магнитном поле. На поверхности сердечника якоря имеются продольные пазы, в которые укладывают обмотку якоря. Обмотка якоря в двигателе служит для получения вращающегося момента, когда к ней подведен ток, и она находится под действием поля возбуждения. В генераторе в обмотке наводится ЭДС, когда она вращается в магнитном поле возбуждения. Обмотку выполняют медным проводом круглого или прямоугольного сечения. Пазы якоря после заполнения их проводами обмотки обычно закрывают клиньями (текстолитовыми или гетинаксовыми). В некоторых машинах пазы не закрывают клиньями, а накладывают на поверхность якоря бандаж. Бандаж делают из проволоки или стеклоленты с предварительным натягом. Лобовые части обмотки якоря крепят к обмоткодержателям бандажом. Концы обмоток выведены на зажимы коробки выводов. Коллектор служит для подведения напряжения к обмотке якоря (двигатель постоянного тока) и отведения напряжения (генератор постоянного тока). Он также является механическим выпрямителем в генераторе, т. е. преобразовывает переменный ток обмотки якоря в постоянный ток внешней цепи. Коллектор состоит из медных пластин 3–15 мм, изолированных друг от друга. Пакет коллектора скрепляется с помощью напаянных фланцев стяжными болтами и крепится на валу с помощью шпонки. Проводники обмотки якоря соединяются пайкой с коллектором через петушки особым образом. Вал служит либо для передачи вращающегося момента электродвигателя к приводимому механизму, либо для передачи вращающегося момента генератору от соединенного с ним первичного двигателя, а также для крепления на нем якоря и коллектора. Щеточный аппарат служит для отвода тока от вращающегося коллектора или подвода к нему тока. Он состоит из траверсы, щеточных пальцев, щеткодержателей (обойма, нажимная пружина, колодки для крепления к пальцу), щеток, токосбирающих шин. Число щеточных пальцев равно числу главных полюсов. Полярность их чередуется, и все они (одной полярности) соединяются между сборными шинами, которые соединяются с выводными зажимами или с другими обмотками машины. Траверса крепится или к станине, или к втулке подшипникового щита. Подшипниковые щиты служат для крепления в них вала и для защиты от попадания внутрь машины посторонних предметов. Концы вала крепятся в подшипниках, запрессованных в подшипниковые щиты. Для охлаждения ма- - 13 - шины устанавливают крыльчатку (вентилятор). В щитах делают отверстия для забора и отвода воздуха. Части машины, несущие механическую нагрузку (ядро или станина), изготавливаются из конструктивных материалов, применяемых в общем машиностроении. Это сталь, чугун, цветные металлы и их сплавы. Сердечники дополнительных и главных полюсов набираются из листов магнитопроводящего материала, которым является легированная электротехническая сталь, содержащая от 2 до 5 % кремния. Присадка кремния увеличивает удельное электрическое сопротивление стали, в результате чего уменьшаются потери на вихревые токи, сталь становится устойчивой к окислению и старению. Графитные щетки изготавливают из натурального графита без связующих (мягкие сорта) и с применением связующих (твердые сорта). Угольно-графитовые щетки изготавливают из графита с введением других углеродистых материалов (кокс, сажа) и связующих веществ. Электрографитированные щетки изготавливают из графита и других углеродистых материалов (кокс, сажа) с введением связующих веществ после первой термической обработки щетки подвергают графитизации — отжигу при

2500–2800 °С. Металлографитовые щетки изготавливают из смеси порошков графита и меди. В некоторые из них вводят порошки свинца, олова или серебра. Эти щетки отличаются малым значением удельного сопротивления, допускают большие плотности тока и имеют малые переходные падения напряжения. Подшипниковые щиты изготавливаются из того же материала, что и станина или иных сплавов на основе алюминия. Особенностью электрических машин является тесное сочетание металлов и изоляции, т. е. материалов, имеющих различные тепловые характеристики. В настоящее время в электрических машинах применяются изоляционные материалы классов нагревостойкости Е, В, F (ГОСТ 8865-70). Материалы класса Н используются значительно реже; материалы классов нагревостойкости Y и А в современных электрических машинах практически не применяются. Основной серией машин постоянного тока общего назначения, которую выпускает в настоящее время отечественная промышленность, является серия 2П. Основное исполнение серии 2П охватывает диапазон мощностей от 0,37 до 200 кВт. Машины серии выполняют с высотой от вращения оси 80 до 315 мм. Номинальное напряжение якорной цепи 110, 220, 440, 600 В. Возбуждение независимое, V 110 или 220 В. Шкала номинальных частот вращения — 3000, 1500, 1000, 750, 600, 500 об/мин. Частота вращения двигателей может регулироваться как изменением напряжения якорной цепи, так и уменьшением тока возбуждения. По степени защиты от воздействия окружающей среды двигатели серии 2П имеют два исполнения: IP 22 и IP44 (по ГОСТ 17494-87). Электродвигатели с высотой оси вращения $h < 100$ мм выполняются двухполюсными, а с $h > 112$ мм — четырехполюсными. Режим работы машин серии 2П продолжительный. Средний срок службы 12 лет, средний ресурс 30 000 ч. 2П X XXX X X XXXX 1 2 3 4 5 6, где 1 — наименование серии; 2 — исполнение по степени защиты и вентиляции (Н, Ф, Б, О); 3 — высота оси вращения; 4 — условная длина (М или L); 5 — наличие встроенного тахометра (при его наличии — индекс Г, при отсутствии Г не ставится); 6 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69. В настоящее время практически освоена новая серия машин постоянного тока — серия 4П. По сравнению с серией 2П она имеет улучшенные малогабаритные показатели. У всех машин серии 4П имеется распределенная компенсационная обмотка, а магнитопроводы статора и якоря у них выполняются шихтованными. У ряда машин серии 4П статоры выполнены по типу статоров асинхронных двигателей и не имеют явно выраженных полюсов. Компенсационная обмотка, а иногда и обмотка возбуждения равномерно распределенная по пазам. Такое выполнение статора позволяет при его изготовлении применять хорошо отработанную технологию производства статоров асинхронных двигателей, что снижает трудоемкость изготовления в 2,5 раза и уменьшает материалоемкость на 15–20 %.

3. Содержание и методика выполнения работы.

Для выполнения работы необходимо:

изучить физические явления, на которых основан принцип действия машин постоянного тока;

- записать паспортные данные электрической машины постоянного тока,
 - установленной на стенде;
- разобрать электрическую машину;
- изучить состав, устройство и назначение узлов машины постоянного тока;

- определить материалы, из которых изготовлены узлы электрической машины и способ охлаждения машины;
- изучить принцип взаимодействия узлов машины, составить конструктивную схему;
- изучить обозначения выводов обмоток машины постоянного тока;
- собрать электрическую машину;
- в отчете поместить паспортные данные машины, конструктивную схему,
- наименование, материал и назначение узлов электрической машины. - 15

4. Порядок выполнения работы.

4.1. Получить допуск к работе.

Для этого необходимо: заготовить бланк отчета; ознакомиться с электрической машиной, установленной на стенде; записать паспортные данные электрической машины; отчитаться преподавателю по вопросам: какова цель работы, порядок ее выполнения.

4.2. Произвести внешний осмотр машины, определить назначение (двигатель, генератор) и наметить порядок разборки.

4.3. Разобрать машину, при этом запомнить (отметить) расположение узлов, чтобы правильно произвести сборку машины.

4.4. Определить наименование и назначение каждого узла машины.

4.5. Записать в отчет наименование всех имеющихся узлов машины.

4.6. Изучить устройство каждого узла и принцип его работы.

4.7. Изучить принцип взаимодействия узлов машины.

4.8. Определить ориентировочно, из какого материала изготовлен каждый узел.

4.9. Определить способ охлаждения машины.

4.10. Собрать машину, сдать рабочее место лаборанту.

4.11. Выполнить письменно отчет по прилагаемой форме на листах формата А4 и сдать преподавателю.

5. Контрольные вопросы.

5.1. Опишите область применения машин постоянного тока.

5.2. Объясните закон Ампера и правило левой руки.

5.3. Объясните закон Фарадея и правило правой руки.

5.4. Объясните рабочий процесс двигателя постоянного тока.

5.5. Объясните рабочий процесс генератора постоянного тока.

5.6. Составить конструктивную схему машины постоянного тока.

5.7. Объяснить назначение и описать устройство индуктора и его элементов.

5.8. Объяснить назначение и описать устройство якоря и его элементов.

5.9. Объяснить назначение и описать устройство подшпиковых щитов, вентилятора и щеточного аппарата.

5.10. Описать материалы, применяемые в электрических машинах.

5.11. Описать марки электрических машин постоянного тока.

Лабораторная работа № 4

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

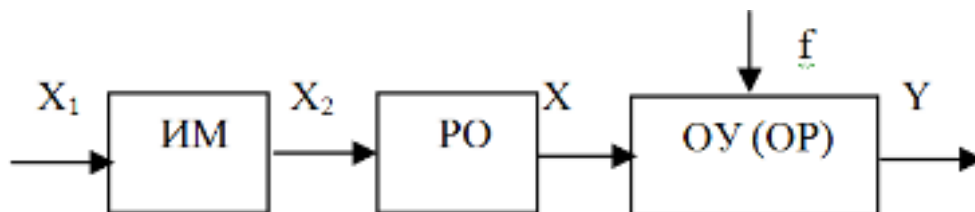
1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с принципами работы, назначением и областью применения исполнительных механизмов автоматики и подробно изучить электрические исполнительные механизмы.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Общие сведения об исполнительных механизмах

Исполнительный механизм является одним из основных элементов в системах автоматизации производственных процессов. Исполнительными механизмами называются устройства автоматики, воздействующие непосредственно или через согласующие элементы на регулирующие органы объектов управления (объектов регулирования). Они как часть САУ (САР) предназначены для изменения управляющего (регулирующего) воздействия на объекте управления (регулирования) в соответствии с сигналом, формируемым управляющим устройством (регулятором) таким образом, чтобы компенсировать отклонение управляемой (регулируемой) величины от заданного значения, вызванного изменением возмущающего воздействия f (рисунок 1). Исполнительные механизмы также используются в системах дистанционного управления. В таких системах сигнал X_1 формируется и подается на вход исполнительного механизма по каналу связи оператором или автоматически, например, посредством программного устройства.



ОУ (ОР) – объект управления (регулирования); РО – регулирующий орган; ИМ – исполнительный механизм; Y – управляемая (регулируемая) величина; X – управляющее (регулирующее) воздействие; f – возмущающее воздействие; X_1 – входной сигнал ИМ, сформированный в управляющем устройстве (регуляторе); X_2 – входной сигнал РО

Рисунок 1 – Фрагмент функциональной схемы САУ (САР)
Исполнительные механизмы и регулирующие органы, чаще всего, конструктивно выполняют в виде единого технического устройства. В таких случаях его называют просто исполнительным механизмом, не отражая в названии наличие регулирующего органа.

В общем случае любой исполнительный механизм состоит из элемента силового воздействия и элементов его сопряжения с регулирующим органом (различных кинематических звеньев для преобразования угловых перемещений в линейные или наоборот, получения определенных скоростей и т.п.).

В зависимости от вида энергии, потребляемой силовым элементом, исполнительные механизмы подразделяются на пневматические, гидравлические и электрические. Из перечисленных типов исполнительных механизмов в автоматических системах сельскохозяйственного назначения преимущественно применяются электрические исполнительные механизмы. В связи с этим мы ограничимся рассмотрением только электрических исполнительных механизмов. Электрические исполнительные механизмы классифицируются на электродвигательные и электромагнитные. Последние в свою очередь делятся на так называемые соленоидные – с ходовыми электромагнитами поступательного перемещения и электромагнитные муфты. Соленоидные исполнительные механизмы (с электромагнитами принято называть электромагнитными исполнительными механизмами).

Электродвигательные исполнительные механизмы

Электродвигательные исполнительные механизмы обычно состоят из двигателя, редуктора и тормоза (последнего может и не быть). Двигатель в исполнительных механизмах выполняет функции силового элемента, создающего так называемые перестановочные усилия или моменты, необходимые для перемещения рабочего органа. Редуктор предназначается для преобразования угловых перемещений вала двигателя в линейные перемещения рабочего органа с определенной скоростью (для рабочих органов с поступательным перемещением) или для обеспечения требуемых угловых скоростей рабочего органа (для рабочих органов вращательного движения). Тормоз в исполнительных механизмах служит для предотвращения или снижения его выбега после отключения электродвигателя от сети. При включении исполнительного механизма напряжение (сигнал) управления поступает одновременно к двигателю и тормозу, механизм растормаживается и двигатель приводит в движение рабочий орган. При исчезновении сигнала двигатель выключается, а тормоз останавливает механизм. Простота схемы, малое число элементов, участвующих в формировании управляющего (регулирующего) воздействия и высокие эксплуатационные свойства сделали исполнительные механизмы с управляемыми двигателями основой для создания исполнительных устройств современных САУ (САР).

Существуют, хотя и не получили широкого распространения, исполнительные механизмы с неуправляемыми двигателями, которые содержат управляемую электрическую муфту. Характерная их особенность заключается в том, что двигатель работает непрерывно в течение всего времени работы системы регулирования, а сигнал управления передается рабочему органу через управляемую муфту при появлении сигнала рассогласования в автоматических системах или по команде оператора в системах дистанционного управления.

В зависимости от модификации исполнительных механизмов в них используются двухфазные конденсаторные электродвигатели с полым ротором, обладающие хорошими динамическими качествами и допускающие длительную работу в застопоренном режиме при полном напряжении питания, а при мощности свыше 500 Вт – трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором.

Мощность установленного на исполнительном механизме электродвигателя и передаточное отношение редуктора определяют его основные показатели: максимальный вращающий момент, номинальный момент на валу, время одного оборота выходного вала, сведения о которых можно получить из справочной литературы, где также приводится и другая информация, позволяющая производить выбор исполнительных механизмов для конкретных условий.

На рисунке 2, в качестве примера, приведена кинематическая схема исполнительного механизма типа ПР-М (МЭО-6,3/10) с установкой его на двухседельном регулирующем клапане. Он имеет асинхронный двухфазный электродвигатель 1, шестеренный редуктор 2 для передачи крутящего момента от электродвигателя 1 на диск входного устройства 3, или шестерню 4, обеспечивающую возвратно-поступательное движение рейки 5 и сочлененного с ней штока 6 клапанов 7.

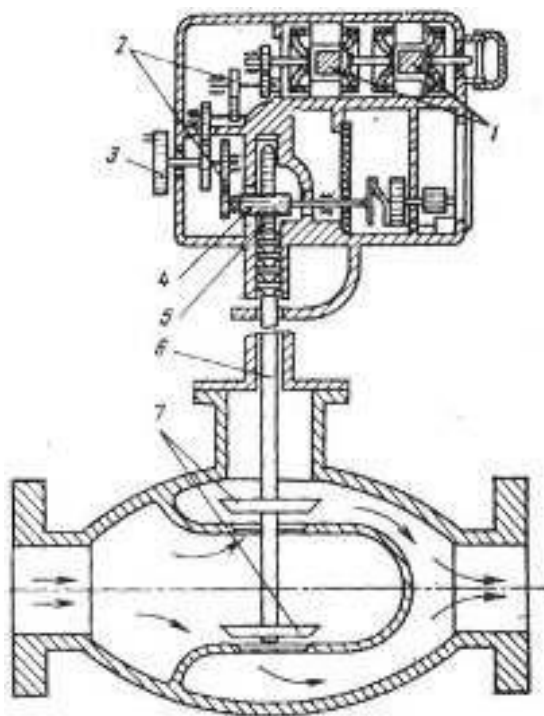


Рисунок 2 – Кинематическая схема электродвигательного исполнительного механизма

Электрическая схема исполнительного механизма показана на рисунке 3 а. Включение двигателя обеспечивается посредством подачи напряжения к точкам 1,5 или 2,5. При этом в первом случае двигатель будет вращаться в одном направлении, а во втором – в обратном. Отключение исполнительного

механизма в крайних положениях «вправо» или «влево» осуществляется контактами конечных выключателей (рисунок 4 б) установленных в его корпусе. Конечные выключатели срабатывают при нажатии на них одного из кулачков 6, поворачивающихся вместе с выходным валом 5 исполнительного механизма. При отходе кулачка 6 от выключателя 1 подвижный контакт 7 возвращается в исходное положение. Для предотвращения поломки конечных выключателей 1 кулачек 6 воздействует на контакты выключателей через гибкие пластины 8. Величина углов поворота вала исполнительного механизма, при которых срабатывают конечные выключатели 1, регулируется вручную поворотом кулачков 6 на оси вала. Каждый кулачок 6 закрепляется винтом 4. Ползунок (скользящий контакт) 3 датчика обратной связи 2 соединен с выходным валом исполнительного механизма, а сам датчик неподвижно закреплен на корпусе исполнительного механизма.

Исполнительный механизм ПР-1М в САР может применяться без использования датчика обратной связи или с его включением в схему управления исполнительного механизма. В первом случае он будет астатическим (интегрирующим) звеном САР, реализующей при этом пропорционально-интегральный (ПИ) закон регулирования. Во втором случае исполнительный механизм является статическим (апериодическим) звеном САР, обеспечивающей пропорциональный (П) закон регулирования.

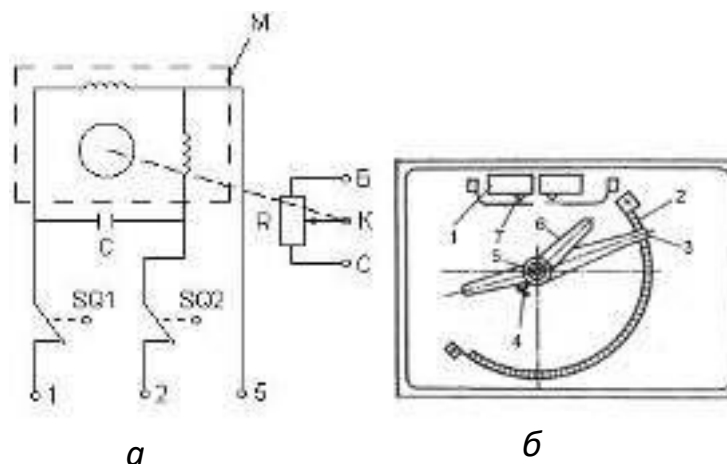


Рисунок 3 – Электрическая схема исполнительного механизма МЭО-6,3/10 (ПР-М, ПР-1М) (а) и кинематическая схема узла потенциметрического датчика обратной связи (б); М – двухфазный асинхронный двигатель с полым ротором; SQ1 и SQ2 – контакты конечных выключателей (микропереключателей) 1; R – потенциметрический датчик (реостат) обратной связи 2; скользящий контакт датчика 3; С – фазовращающий конденсатор

Сервопривод (следающий привод) – привод с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения. Сервоприводом является любой тип механического привода (устройства, рабочего органа), имеющий в составе датчик (положения, скорости, усилия и т.п.) и блок управления приводом (электронную схему или механи-

ческую систему тяг), автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике (и, соответственно, на устройстве) согласно заданному внешнему значению (положению ручки управления или численному значению от других систем).

Проще говоря, сервопривод является «автоматическим точным исполнителем» – получая на вход значение управляющего параметра (в режиме реального времени), он, основываясь на показаниях датчика, стремится создать и поддерживать это значение на выходе исполнительного элемента.

К сервоприводам, как к категории приводов, относится множество различных регуляторов и усилителей с отрицательной обратной связью, например, гидро-, электро-, пневмоусилители ручного привода управляющих элементов (в частности, рулевое управление и тормозная система на тракторах и автомобилях), однако, термин «сервопривод», чаще всего, используется для обозначения электрического привода с обратной связью по положению, применяемому в автоматических системах для привода управляющих элементов и рабочих органов.

На рисунке 4 показана схема включения исполнительного механизма с использованием отрицательной обратной связи по угловому перемещению φ его выходного вала. В качестве усилителя в данной схеме следует использовать низкочастотный усилитель, обеспечивающий изменение напряжения управления U_y по фазе и амплитуде в зависимости от величины и знака сигнала рассогласования $\Delta U = U_{вх} - U_{\varphi}$. При положительном значении ΔU фаза напряжения U_y должна быть одинаковой с фазой напряжения сети U_c , питающего обмотку возбуждения, а при отрицательном значении ΔU – противоположной (отличается на 180°). Таким образом обеспечивается вращение двигателя в разных направлениях (при одной фазе напряжения U_y двигатель вращается «влево», а при обратной – «вправо»). При этом угловая скорость электродвигателя должна однозначно зависеть от абсолютного значения сигнала рассогласования U_{Δ} . То есть усилитель должен выполнять функции фазовращателя и модулятора переменного напряжения частотой 50 Гц под воздействием медленно изменяющегося напряжения рассогласования U_{Δ} . Для этих целей могут быть использованы электронные модуляторы на диодах или транзисторах.



Рисунок 4 – Схема управления исполнительным механизмом с использованием датчика обратной связи

Эквивалентная передаточная функция исполнительного механизма в соответствии с его структурной схемой (рисунок 5).

$$W_{\Sigma}(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{\text{вх}}(p)} = \frac{W_{\text{им}}(p) W_y(p) W_{\text{д}}(p)}{1 + W_{\text{им}}(p) W_y(p) W_{\text{д}}(p)},$$

где

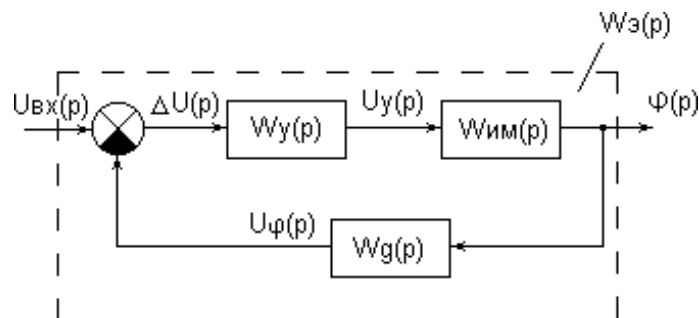
$$W_{\text{им}}(p) = \frac{\varphi(p)}{U_y(p)} = \frac{k_{\text{им}}}{p}$$

$$W_y(p) = \frac{U_y(p)}{\Delta U(p)} = k_y;$$

$$W_{\text{д}}(p) = \frac{U_{\varphi}(p)}{U_y(p)} = k_{\text{д}}.$$

$k_{\text{им}}, k_y, k_{\text{д}}$ – передаточные коэффициенты соответственно исполнительного механизма, усилителя и датчика;

$\varphi(p), U_{\text{вх}}(p), U_y(p), U_{\varphi}(p), \Delta U(p)$ – изображения по Лапласу соответственно $\varphi, U_{\text{вх}}, U_y, U_{\varphi}, \Delta U$.



$W_{\text{им}}(p), W_{\text{д}}(p), W_y(p)$ – передаточные функции соответственно исполнительного механизма, потенциометрического датчика и усилителя;

$W_{\Sigma}(p)$ – эквивалентная передаточная функция

Рисунок 5 – Структурная схема исполнительного механизма, охваченного отрицательной обратной связью

После подстановки в исходное выражение $W_{\Sigma}(p)$ передаточных функций отдельных звеньев (рисунок 5) и несложных алгебраических преобразований она примет окончательный вид:

$$W_{\Sigma}(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{\text{вх}}(p)} = \frac{k_{\Sigma}}{T_{\Sigma} p + 1},$$

где k_{Σ}, T_{Σ} – соответственно коэффициент передачи и постоянная времени,

определяемые так:

$$k_{\text{Д}} = \frac{1}{k_{\text{им}}} ; \quad T = \frac{1}{k_{\text{им}} k_{\text{у}} k_{\text{Д}}} .$$

Из последней передаточной функции следует, что для повышения быстродействия исполнительного механизма (снижения величины постоянной времени $T_{\text{э}}$) необходимо увеличить коэффициент усиления усилителя $k_{\text{у}}$.

При использовании исполнительного механизма в системах дистанционного управления потенциометрический датчик (реостат) может быть использован для подключения прибора – указателя положения регулирующего органа, например вольтметра со шкалой, проградуированной в единицах, отображающих величину перемещения рабочего органа. Управление исполнительным механизмом в системах дистанционного управления может обеспечиваться с помощью контактных или бесконтактных коммутационных элементов (реле, магнитных пускателей, полупроводниковых устройств).

Разновидностью электродвигательных исполнительных механизмов является актуатор – законченное универсальное исполнительное устройство, управляемое с помощью устройства управления. Для использования актуатора не требуются дополнительные ременные или цепные приводы, которые требуют дополнительных компонентов (линейных подшипников, рельсов и кареток) для создания законченного устройства. Линейные актуаторы состоят из привода и направляющей (рисунок 6).



Рисунок 6 – Линейные актуаторы

В качестве механического привода используется устройство, обеспечивающее перемещение: шариковинтовая передача, передача винт-гайка, ременный привод, реечная передача. В качестве направляющей используется конструкция из одной или нескольких телескопических труб, профильные рельсовые направляющие и различные линейные направляющие скольжения или качения, по которым осуществляется движение. Актуатор позволяет осуществлять линейное перемещение (линейный актуатор, линейный привод) или вращение (актуатор вращения, привод вращения, рисунок 7) исполнительного устройства – штока, каретки, поворотного стола, заслонки. При этом в конструкции актуатора может быть предусмотрено преобразование одного типа движения в другое, например, вращения электродвигателя в поступательное при помощи червячного редуктора и передачи гайка-винт, так и работа без преобразования типов движения – в соленоидах, линейных двигателях.



Рисунок 7 – Радиальный актуатор

Необходимость осуществления прямолинейного движения в многочисленных промышленных, научных, медицинских, бытовых, военных и других устройствах привела в конечном счете к определенной универсальности этих самых устройств – актуаторов. Наиболее важными характеристиками актуаторов с точки зрения их универсальности являются усилие, скорость перемещения и рабочий ход. Довольно важной характеристикой является рабочий цикл (коэффициент загрузки) – процент времени, которое актуатор может функционировать без необходимости остановки. Рабочий цикл редко бывает равен 100%. Требование стопроцентного рабочего цикла актуатора приводит к его значительному удорожанию. Для разных условий применения важны и другие характеристики – диапазон рабочих температур, напряжение питания и т.д.

К числу электродвигательных исполнительных механизмов могут быть отнесены те, в которых используются *шаговые двигатели*. Шаговые двигатели (ШД) представляют собой многофазные и многополюсные синхронные электрические машины, у которых питание обмоток статора осуществляется импульсным напряжением поочередно, с помощью электронного коммутатора. После каждого импульса ротор двигателя поворачивается на определённый угол, называемый шагом. Шаговые двигатели целесообразно применять в тех случаях, когда требуется осуществить прерывистое (стартстопное) движение, а также непрерывное движение, если управляющий сигнал задан в виде серии последовательных импульсов (унитарного кода).

В устройствах автоматики наибольшее применение нашли ШД с числом фаз $m \geq 3$, обмотки которых возбуждаются поочередно или группами импульсами напряжения прямоугольной формы. На рисунке 8 изображена схема ШД с числом фаз $m = 6$. Если подавать поочередно импульсы напряжения на фазные обмотки 1–2–3–4–5–6, то ротор двигателя будет скачком поворачиваться в положение, при котором его ось совпадает с осью фазной обмотки, находящейся под напряжением, т.е., соответственно, 1–2–3–4–5–6.

Таким образом, ротор будет иметь шесть устойчивых положений, соответствующих направлению вектора намагничивающей силы F фазной обмотки, включённой в данный момент времени. Шаг двигателя будет при этом равен $\Delta\alpha = 360^\circ/m = 360^\circ/6 = 60^\circ$.

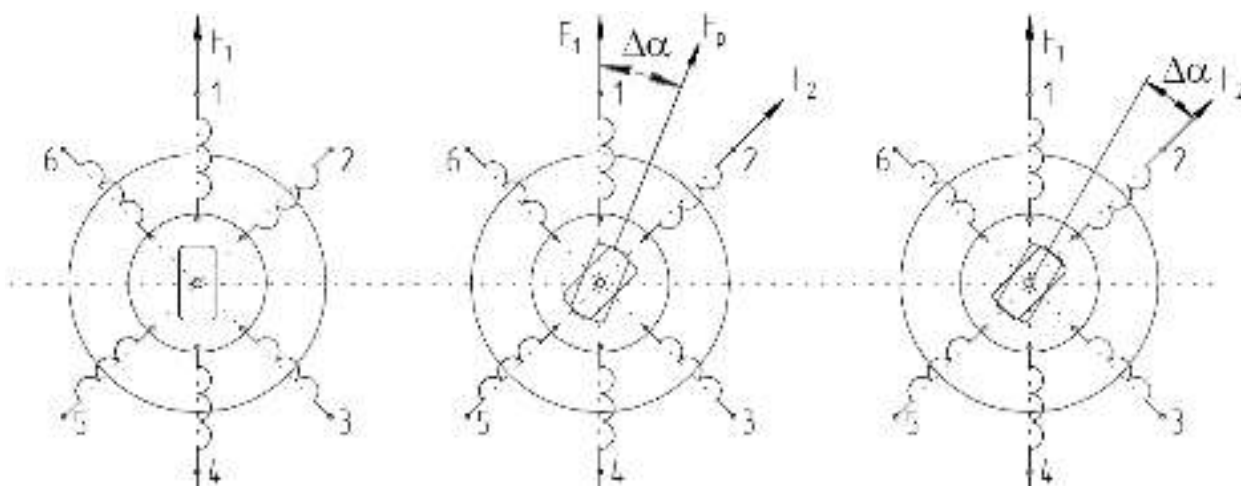


Рисунок 8 – Схема обмоток шагового двигателя

Можно применить и более сложную схему коммутации фазных обмоток, т.е. подавать напряжение одновременно на несколько фазных обмоток. Так, если одновременно подать напряжения на фазы 1 и 2, то ротор повернётся на угол $\Delta\alpha = 360^\circ/(2m) = 360^\circ/12 = 30^\circ$. Он установится по оси результирующего вектора намагничивающей силы F_p , равного геометрической сумме векторов F_1 и F_2 . При шаге 30° порядок коммутации фазных обмоток рассматриваемого двигателя может быть различным: вариант А – (1) – (1,2) – (2) – (2,3) – (3) ... ; вариант В – (1,2) – (1,2,3) – (2,3) – (2,3,4).

По конструкции ШД делятся: на магнитоэлектрические, реактивные и индукторные. У магнитоэлектрических ШД ротор выполняется в виде постоянного магнита с одной или несколькими парами полюсов. Статор имеет явно выраженные полюсы, на которые наматываются фазные обмотки.

У реактивного ШД ротор выполняется из магнитомягкого материала, а статор имеет m -фазную сосредоточенную обмотку. При малом шаге ($1-5^\circ$) используют реактивный редукторный ШД с гребенчатыми выступами на статоре. Индукторные ШД по конструкции и принципу работы сходны с редукторными двигателями.

Управление ШД основано на изменении частоты, числа и порядка подачи импульсов постоянного напряжения в фазные обмотки. Изменением частоты импульсов регулируют частоту вращения ШД. Поворот выходного вала ШД на заданный угол осуществляется подачей определённого числа импульсов. Перемена направления вращения выходного вала ШД осуществляется изменением порядка подачи импульсов на фазные обмотки от электронного коммутатора. В отличие от сервоприводов, шаговые приводы позволяют получать точное позиционирование без использования обратной связи от датчиков углового положения.

Шаговые двигатели имеют следующие особенности:

1. Положение ротора ШД в статическом режиме устойчивое, т.к. существует синхронизирующий момент, фиксирующий положение ротора по отношению к статору. У двигателей постоянного и переменного тока такого момента нет.

2. Шаговые двигатели может обеспечить широкий диапазон регулирования частоты вращения от максимального до нуля.
3. Движение ротора ШД дискретное с шагом от $0,9^\circ$ до 36° в зависимости от типа ШД и выбранного числа тактов коммутации фазных обмоток.
4. Скорость изменения частоты управляющих импульсов не должна быть больше определённого для каждого типа ШД значения, называемого частотой приёмистости. Частота приёмистости для серийно выпускаемых ШД может быть в диапазоне от 100 Гц до 2500 Гц.

Электромагнитные исполнительные механизмы

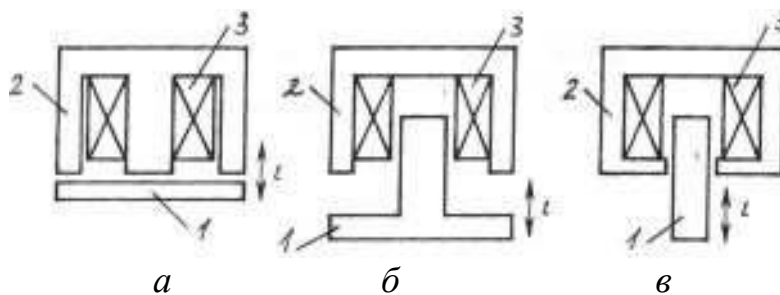
Электромагнитные исполнительные механизмы (рисунок 9) состоят из ходового электромагнита, сочлененного с рабочим органом и обеспечивающим его перемещение в направлении движения подвижного сердечника. Перемещение рабочего органа в обратном направлении обеспечивается посредством пружины.



Рисунок 9 – Электромагнитный исполнительный механизм. Ходовые электромагниты, используемые в исполнительных механизмах, могут быть переменного (однофазные и трехфазные) и постоянного тока. В зависимости от хода якоря (его максимального перемещения) различают короткоходовые (рисунок 10 а) и длинноходовые (рисунок 10 б, в) электромагниты.

Электромагнитные исполнительные механизмы по сравнению с электродвигательными обладают меньшей мощностью, но при этом отличаются простотой конструкции, несложными схемами управления, небольшими размерами и массой, значительно меньшей стоимостью и высокой надежностью. Характерная особенность электромагнитных механизмов заключается в том, что они могут быть применены только в двухпозиционных системах управления, то есть когда регулирующий орган может находиться только в двух конечных положениях («открыто» или «закрыто»). Так как электромагнитный механизм может находиться в любом из двух устойчивых положений продолжительное время, то неизбежно длительное потребление электроэнергии.

гии при включенном состоянии соленоида. Этого недостатка лишены электромагнитные механизмы особой конструкции.



a – короткоходовой; *б, в* – длинноходовые; 1 – якорь (сердечник); 2 – ярмо; 3 – обмотка; *l* – перемещение якоря (сердечника) Рисунок 10 –

Типы электромагнитов

Известно, что тяговое усилие электромагнита пропорционально квадрату намагничивающей силы, а следовательно, и квадрату тока, протекающего по обмотке. Поэтому они могут работать как на постоянном, так и переменном токе, что и предопределило два типа электромагнитных исполнительных механизмов (постоянного и переменного тока). Однако электромагниты переменного тока имеют несколько худшие параметры, чем электромагниты постоянного тока, поскольку при одинаковых размерах развивают меньшее тяговое усилие, обладают меньшей чувствительностью и дороже из-за необходимости иметь шихтованный магнитопровод. Вместе с этим по причине преимущественного распространения переменного тока, исполнительные механизмы с электромагнитами переменного тока нашли широкое применение в системах автоматики.

Время срабатывания электромагнитного исполнительного механизма может быть получено значительно меньшим, чем для электродвигательного исполнительного механизма, и во многих случаях их применения этот момент играет решающую роль. Однако они могут быть использованы только при ограниченных перемещениях ведомого звена. Существенным недостатком этих механизмов является то, что в конце хода якоря происходит удар. Во избежание этого в ряде случаев приходится предусматривать включение тормозных устройств – гидравлических или пневматических, ограничивающих величину скорости якоря в конце хода, либо заменять их устройствами другого типа.

На рисунке 11 в качестве примера приведена схема включения исполнительного механизма установленного на вентиле, содержащем главный тяговый электромагнит Y_1 , электромагнит Y_2 защелки и блок-контакты SQ.

Дистанционно исполнительный механизм управляется при помощи ключа управления S1, поворачивая его в положение 0 – «открыто» или 3 – «закрыто». Положению А ключа S1 соответствует «автоматическое управление». Когда от двухпозиционного регулятора поступает сигнал «больше», замыкаются контакты A1, срабатывает электромагнитная защелка, и вентиль закрывается. Если же получен сигнал «меньше», замыкаются контакты A2, включается вначале реле КТ, а затем – главный электромагнит Y1, который открывает вентиль. Лампы HL1 и HL2 сигнализируют соответственно об открытом и закрытом положении вентиля.

2.4. Электромагнитные муфты

Во многих электрических системах управления исполнительный элемент системы – электрический двигатель соединяется с регулирующим органом производственного механизма через специальное соединительное устройство, которое называют муфтой. Муфта служит для передачи механической энергии с одного вала на другой. Существует большое количество конструкций муфт, основанных на различных физических принципах.

Широкое применение в системах автоматизации получили муфты с электромагнитным управлением, когда соединение ведущей и ведомой частей происходит не жестко механически, а за счет упругих сил электромагнитного поля. Это позволяет подключать двигатель к механизму без механических ударов; осуществлять передачу движения в изолированных друг от друга средах, а в ряде случаев и регулировать частоту вращения в системах управления.

В зависимости от связи ведущей и ведомой частей все муфты можно разделить на два класса: муфты с механической связью и индукционные муфты т.е. со связью через магнитное поле.

К первой группе относятся:

- фрикционные, или муфты сухого трения, у которых ведущая и ведомая части прижимаются друг к другу электромагнитными силами (рисунок 12). Эти муфты выполняются с одним или несколькими дисками с цилиндрическими или коническими поверхностями трения. Муфта состоит из двух полумуфт 5 и 6, соответственно связанных с валами 3 и 9, и обмотки 1, на которую подается напряжение 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 7, притягивает ведомую полумуфту 6. За счет сил трения между полумуфтами 5 и 6 передается крутящий момент с ведущего вала на ведомый. Для увеличения передаваемого крутящего момента муфты изготавливают многодисковыми.

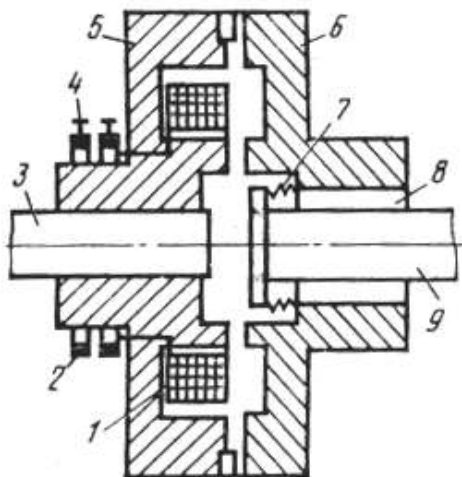


Рисунок 12 – Фрикционная муфта

- порошковые (ферропорошковые), или муфты вязкого трения, в которых соединение между частями муфты происходит за счет намагничивания порошковой ферромагнитной смеси, заполняющей зазор между частями муфты. Муфта (рисунок 13) позволяет осуществлять либо жесткое соединение ведущей и ведомой частей муфты, либо проскальзывание ведомой части относительно ведущей. Это дает возможность регулировать частоту вращения приводного механизма при неизменной частоте вращения приводного двигателя.

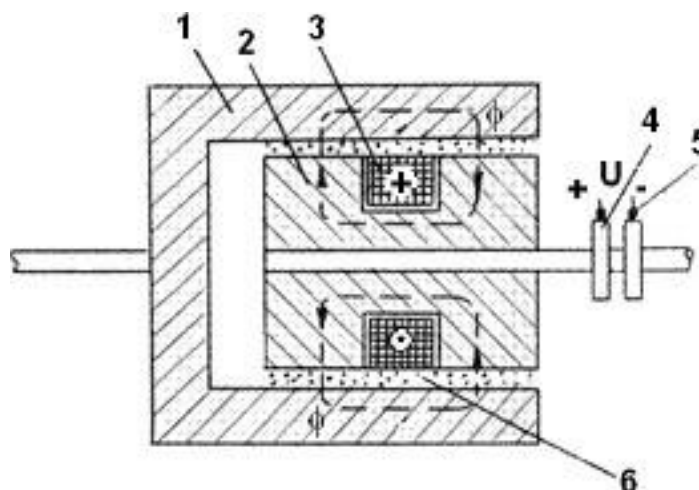


Рисунок 13 – Электромагнитная порошковая муфта

Ведущая 1 и ведомая 2 части муфты представляют собой стальные цилиндры и служат магнитопроводами. В кольцевом пазу ведомой части расположена обмотка возбуждения 3, которая через контактные кольца 4 и щетки 5 подключена к источнику постоянного тока U . Зазор между ведомой и ведущей частями муфты заполняется наполнителем 6, представляющим собой сухую или жидкую ферромагнитную смесь. Жидкая смесь состоит из ферромагнитного порошка и жидкой масляной основы. Сухая ферромагнитная смесь состоит также из ферромагнетика, а в качестве связующего вещества используются графит или тальк.

Принцип работы порошковой муфты заключается в следующем. При подаче постоянного напряжения U на обмотку возбуждения возникает ток, который создает поток возбуждения Φ . Проходя через зазор, поток намагничивает ферромагнетик. Намагниченные частицы ферромагнетика образуют магнитные цепочки, расположенные вдоль силовых линий магнитного поля. Эти цепочки соединяют силами притяжения ведущую и ведомую части муфты. Сила сцепления частей муфты и создаваемый электромагнитный момент тем больше, чем больше ток протекает через обмотку возбуждения порошковой муфты. При больших токах возбуждения наступает магнитное насыщение материала и постепенно прекращается нарастание сил сцепления, а следовательно, и электромагнитного момента. Таким образом, воздействуя электромагнитным полем на слой порошка, можно соединить ведущую и ведомую части муфты либо жестко, либо с проскальзыванием. Порошковые муфты по конструкции бывают не только цилиндрические, но и дисковые.

- зубчатые или кулачковые, у которых на ведущей и ведомой частях муфты имеются зубчики, с помощью которых при приложении электромагнитной силы осуществляется «геометрическое замыкание» (соединение) частей муфты.

Ко второй группе (индукционные) относятся:

- асинхронные или муфты скольжения, которые работают за счет сил электромагнитного воздействия, возникающих при вращении ведущей части муфты, имеющей катушку возбуждения, относительно ведомой части (принцип асинхронной машины). Электромагнитные (индукционные) муфты скольжения (ЭМС) представляют собой сочленение двух вращающихся одна относительно другой полумуфт: ведущую 1 и ведомую 2 (рисунок 14). Одна из полумуфт имеет обмотку возбуждения 3, а другая – ведомая – короткозамкнутую обмотку по типу ротора асинхронного электродвигателя. Для передачи энергии в обмотку возбуждения используются токосъемные кольца 4. Таким образом, ЭМС позволяет передавать крутящий момент от асинхронного двигателя 5 к рабочей машине 6 с изменением частоты вращения.

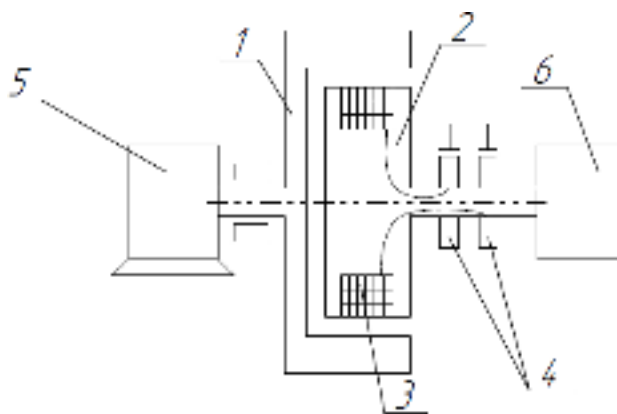


Рисунок 14 – Пример использования электромагнитной муфты

Имеются конструкции ЭМС, у которых ведущая часть представляет собой короткозамкнутый ротор, а ведомая часть – индуктор с обмоткой возбуждения. Принцип работы ЭМС аналогичен работе асинхронного электродвигателя. При снижении возбуждения ЭМС торможение осуществляется свободным выбегом до новой пониженной частоты вращения ведомой части:

- синхронные муфты с постоянными магнитами. Эти муфты имеют магнитопроводы с полюсами на обеих частях муфты. При прохождении тока через катушку возбуждения возникают силы магнитного притяжения между ведущей и ведомой частями (принцип синхронной машины с постоянными магнитами);

- гистерезисные муфты, в которых связь между ведущей и ведомой частями создается за счет явления гистерезиса при перемагничивании магнитотвердого материала (принцип синхронной гистерезисной машины);

Независимо от принципа действия любая из этих муфт является преобразователем механической мощности на входе в механическую мощность на выходе муфты.

3 ПРОГРАММА И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить принципы работы, назначение, область применения исполнительных механизмов.

2. На основе учебного материала, изложенного в п. 3, 4, 5 и в рекомендованной литературе, а также используя натурные образцы изучить принципы работы и конструкции электрических исполнительных механизмов.

3. Включить имеющиеся в лаборатории исполнительные механизмы и убедиться в их работоспособности.

4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете необходимо привести эскизные конструктивные и электрические схемы испытанных и исследованных исполнительных механизмов с их кратким описанием, выводы по работе.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова цель лабораторной работы?
2. Каково назначение исполнительных механизмов в САУ (САР)? Поясните на примере.
3. Как используются исполнительные механизмы в системах дистанционного управления? Поясните на примере.
4. Как классифицируются исполнительные механизмы в зависимости от потребляемой энергии и какова их область применения?
5. Каков принцип работы электродвигательных исполнительных механизмов?
6. Какова конструкция и назначение потенциометрического датчика в механизме ЭМО-6,3/10?
7. Каков принцип работы электромагнитных исполнительных механизмов?
8. Каков принцип работы электромагнитных муфт сухого трения и где они применяются?
9. Каков принцип работы электромагнитных муфт вязкого трения и где они применяются?
10. Каков принцип работы электромагнитных муфт скольжения (ЭМС) и где они применяются?
11. Какой вид имеют механические характеристики ЭМС?
12. Каков принцип работы шаговых исполнительных механизмов?

Лабораторная работа

Тема: Приборы для измерения расхода вещества.

Цель: Изучить виды, устройство и принцип действия расходомеров.

Общие сведения.

Расходомер, как видно из названия — устройство, предназначенное для измерения расхода какого-либо вещества — как правило, жидкости или газа.

Независимо от типа используемого устройства определения расхода вещества является довольно сложной комплексной задачей, при решении которой приходится учитывать множество факторов, таких как:

Физические характеристики исследуемой среды.

Физические характеристики окружающей среды.

Форма канала и свойства материала, из которого он изготовлен.

К каждому датчику как правило прилагается набор документов описывающих

технические параметры прибора, его ограничения и рекомендации по эксплуатации.

Среди довольно большого разнообразия расходомеров по принципу действия можно выделить следующие основные группы:

Датчики скорости потока по перепаду давления

Тепловые расходомеры

Ультразвуковые расходомеры

Электромагнитные расходомеры

Кориолисовские расходомеры

Расходомеры с мишенями

Детекторы изменения скорости потока

Ход работы:

Рассмотрим основные виды расходомеров.

Тепловые расходомеры

В основе метода лежит довольно простая идея: если локально изменять свойства вещества в потоке (например, температуру) и регистрировать эти изменения на некотором удалении от места воздействия, можно определить среднюю скорость перемещения вещества в потоке (рисунок 1). Предположим, в потоке установлена пара датчиков температуры (А и В) и один нагревательный элемент С, причём расстояния $AC > BC$. Если вещество неподвижно, повышение температуры происходит локально за счёт теплопроводности, и датчик В нагревается быстрее, поскольку расположен ближе к нагревательному элементу. Если же поток придёт в движение, температура в области А упадёт до исходной температуры вещества в потоке, а температура в области В будет чуть выше исходной. Анализ данных с датчиков позволяет однозначно судить о скорости перемещения вещества в потоке.

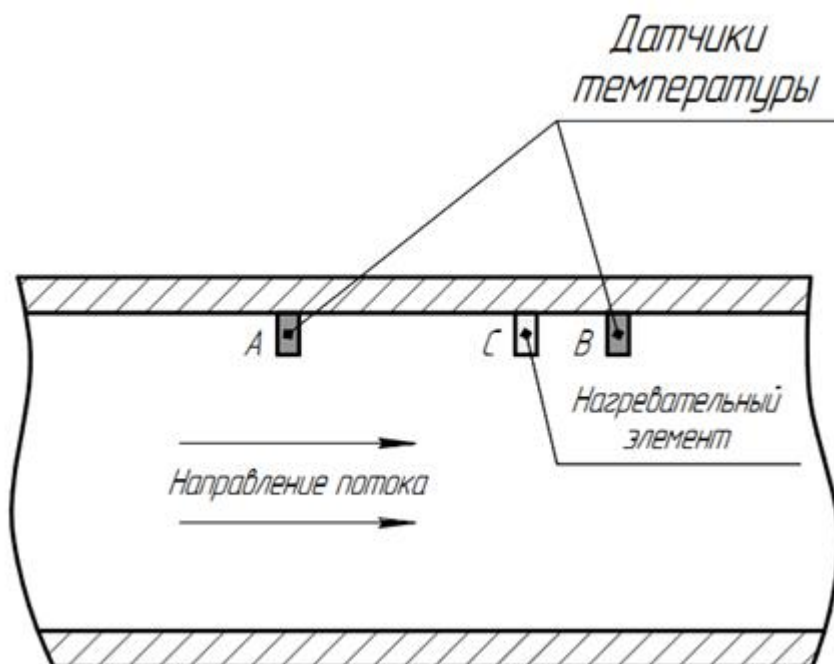


Рисунок 1. Общая схема расположения ключевых элементов теплового расходомера.

Электромагнитные расходомеры

Если жидкость проводит ток, её перемещение поперёк линий магнитного поля приведёт к возникновению ЭДС, пропорциональной скорости потока. На практике эта схема реализуется путём установки электромагнитов таким образом, чтобы линии магнитного потока были перпендикулярны потенциальному перемещению потока жидкости, а также установкой пары электродов, фиксирующих наведённую движением потока ЭДС (рисунок 2).

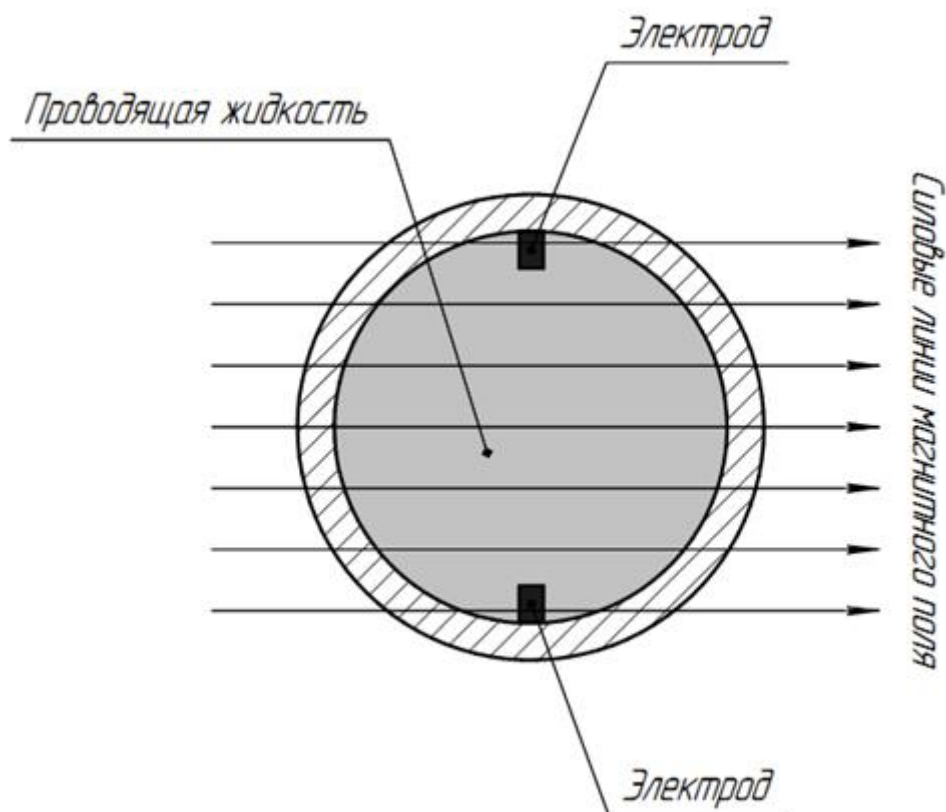


Рисунок 2. Общая схема расположения ключевых элементов электромагнитного расходомера

Вихревые расходомеры (Расходомеры с мишенями)

В расходомерах данного типа основным элементом является дискообразная или шарообразная мишень, укрепленная на эластичном тросе, один противоположный конец которого неподвижно закреплён (рисунок 3). Поток жидкости или газа приводит к смещению мишени, что вызывает деформацию троса, а установленные на нём тензодатчики регистрируют тип и степень деформации. Полученные данные позволяют судить о скорости потока вещества, а также о его направлении.

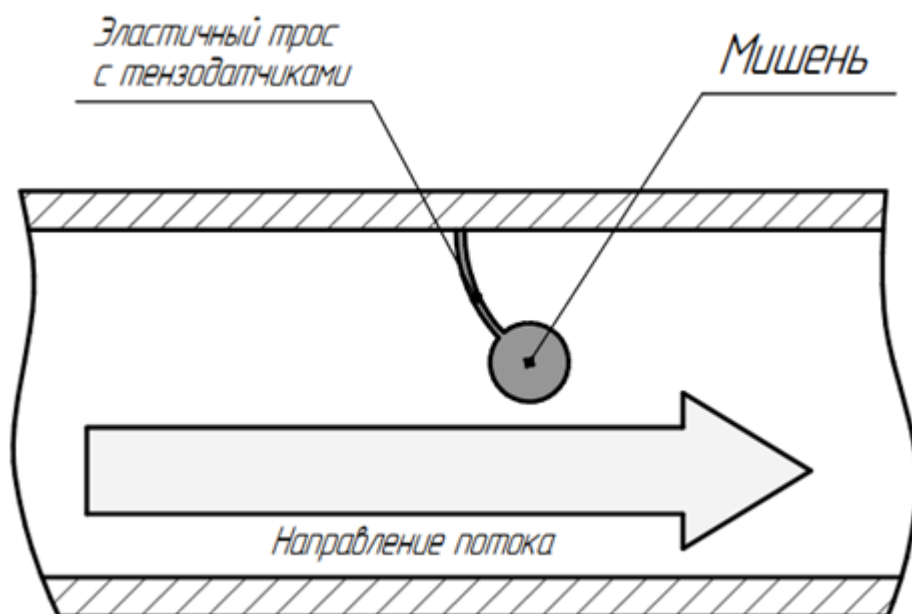


Рисунок 3. Схема расположения ключевых элементов вихревого расходомера

Достоинством таких датчиков является возможность проведения измерений расхода и скорости потока в двух или даже в трёх различных направлениях. Для обеспечения подобной многозадачности необходимо обеспечить симметричность мишени для всех нужных направлений.

Контрольные вопросы

1. Что называется расходомером?
2. Дать классификацию расходомеров по принципу действия.
3. Устройство и принцип действия теплового расходомера.
4. Устройство и принцип действия электромагнитного расходомера.
5. Устройство и принцип действия вихревого расходомера.

Измерение расхода

Технические устройства, предназначенные для измерения массового или объемного расхода, называют расходомерами. При этом в зависимости от того, для измерения какого (объемного или массового) расхода предназначены расходомеры, их подразделяют на объемные и массовые. Существует много различных признаков, по которым можно классифицировать расходомеры (например, по точности, диапазонам измерений, виду выходного сигнала и т. п.). Однако наиболее общей является классификация по принципам измерений, по тем физическим явлениям, с помощью которых измеряемая величина преобразуется в выходной сигнал первичного преобразователя расходомера. По принципу измерений расходомеры классифицируют по следующим основным группам (указываемый для каждой классификационной группы расходомеров принцип преобразования относится к их первичным преобразователям — датчикам).

1. Расходомеры переменного перепада давления (с сужающими устройствами; с гидравлическими сопротивлениями; центробежные; с напорными устройствами; струйные), преобразующие скоростной напор в перепад давления.
2. Расходомеры обтекания (расходомеры постоянного перепада—ротаметры, поплавковые, поршневые, гидродинамические), преобразующие скоростной напор в перемещение обтекаемого тела.
3. Тахометрические расходомеры (турбинные с аксиальной или тангенциальной турбиной; шариковые), преобразующие скорость потока в угловую скорость вращения обтекаемого элемента (лопастей турбинки или шарика).
4. Электромагнитные расходомеры, преобразующие скорость движущейся в магнитном поле проводящей жидкости в ЭДС.
5. Ультразвуковые расходомеры, основанные на эффекте увлечения звуковых колебаний движущейся средой.
6. Инерциальные расходомеры (турбосиловые; кориолисовы; гигроскопический), основанные на инерционном воздействии массы движущейся с линейным или угловым ускорением жидкости.
7. Тепловые расходомеры (калориметрические; термоанемометрические), основанные на эффекте переноса тепла движущейся средой от нагретого тела.
8. Оптические расходомеры, основанные на эффекте увлечения света движущейся средой (Физо-Френели) или рассеяния света движущимися частицами (Допплера).
9. Меточные расходомеры (с тепловыми, ионизационными, магнитными, концентрационными, турбулентными метками), основанные на измерении скорости или состоянии метки при прохождении ее между двумя фиксированными сечениями потока.

Естественно, приведенная классификация, не полная и неисчерпывающая, поскольку с каждым годом появляются новые методы и средства измерений расхода. В отечественной практике наибольшее распространение получили расходомеры первых пяти групп (переменного и постоянного давления, тахометрические, электромагнитные и ультразвуковые). Эти расходомеры выпускаются серийно и находят применение практически во всех отраслях народного хозяйства. Расходомеры остальных групп используются пока, в основном, для решения специальных измерительных задач (при научных исследованиях, в медицине, криогенике, при измерениях агрессивных и токсичных сред и т. п.), изготавливаются единичными экземплярами или малыми партиями и являются на сегодняшний день нестандартизованными средствами

измерений. Современная измерительная практика предъявляет очень высокие требования к точности, надежности, быстродействию, функциональности расходомеров. Следует отметить, что в большинстве случаев эти требования противоречивы, т. е. улучшение одних характеристик, как правило, достигается за счет недореализации возможностей улучшения других. Так, увеличение функциональных возможностей приборов за счет усложнения снижает их надежность вследствие возрастания числа подверженных отказам элементов. Увеличение быстродействия снижает эффективность систем автоматической компенсации медленно меняющихся погрешностей, вызванных влиянием внешней среды, параметров измеряемых объектов и т. п. Поэтому развитие измерительной техники, в том числе и расходоизмерительной, сопровождается постоянным поиском разумного компромисса между реализуемыми свойствами приборов, техническими возможностями и экономической целесообразностью. При этом следует иметь в виду, что и „грубые“, относительно низкоточные, но недорогие средства измерений всегда будут иметь достаточно большой промышленный спрос, поскольку способны удовлетворить определенный класс практических измерительных задач. Однако резкое повышение точности измерений было и остается важнейшей задачей развития расходоизмерительной техники. Значительная часть серийно выпускаемых расходомеров имеет класс точности (приведенную погрешность) 1—1,5%. Если принять, что измерения преимущественно проводятся в середине шкалы, относительная погрешность этих измерений составляет 2—3 %. С учетом же влияния различных дестабилизирующих факторов действительная погрешность будет еще больше. В то же время для эффективного управления технологическими процессами в нефтяной, газовой, химической отраслях промышленности, энергетическими и транспортными установками, для учетных операций уже сегодня требуется на порядок более высокая точность измерений расхода. Именно это обстоятельство обуславливает необходимость создания и внедрения расходомеров, имеющих класс не хуже 0,1—0,3 %. Характерная особенность расходоизмерительной практики — чрезвычайно широкая номенклатура измеряемых веществ, имеющих различные физико-химические свойства — плотность, вязкость, температуру, фазовый состав и структуру. Поэтому в этой области измерений особенно остро стоит проблема создания приборов инвариантных (малочувствительных) к физико-химическим свойствам измеряемых сред, к неинформативным параметрам входного сигнала.

