

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»
(СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
САРАТОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИКИ

«СОГЛАСОВАНО»
Решением П(Ц)МК
Протокол № _____
от «__» _____ 20__ г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____ С.В. Ключкина
«__» _____ 20__ г.

***Методические рекомендации для студентов по
проведению практических работ***

***МДК. 02.01. Осуществление выбора оборудования, элементной базы,
монтажа и наладки модели элементов систем автоматизации на основе
разработанной технической документации***

для специальности

***15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических
процессов и производств (по отраслям)***

Саратов, 2021

Разработал преподаватель СКМ и Э ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А»
Карпеева Е.В.

Данные методические рекомендации предназначены для студентов 2 курса, специальности **15.02.14** Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям).

Введение

Практические занятия, как виды учебных занятий, направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки. Семинар является видом практических занятий.

В процессе практического занятия обучающиеся выполняют одно или несколько практических заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение обучающимися практических занятий проводится с целью:

- формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой дисциплины по конкретным разделам/ темам дисциплины;
- обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;
- совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

Цель практических занятий

В результате освоения учебной дисциплины «Моделирование технологических процессов» обучающийся должен **уметь:**

- выбирать оборудование и элементную базу систем автоматизации в соответствии с заданием и требованием разработанной технической документации;
- выбирать из базы ранее разработанных моделей элементы систем автоматизации;
- использовать автоматизированное рабочее место техника для осуществления выбора оборудования и элементной базы систем автоматизации в соответствии с заданием и требованием разработанной технической документации;
- определять необходимую для выполнения работы информацию, её состав в соответствии с заданием и требованием разработанной технической документации на модель элементов систем автоматизации;

- анализировать конструктивные характеристики систем автоматизации, исходя из их служебного назначения;
- использовать средства информационной поддержки изделий на всех стадиях жизненного цикла (CALS-технологии);
- применять автоматизированное рабочее место техника для монтажа и наладки моделей элементов систем автоматизации;
- читать и понимать чертежи и технологическую документацию;
- использовать нормативную документацию и инструкции по эксплуатации систем и средств автоматизации;
- проводить испытания модели элементов систем автоматизации в реальных условиях;
- проводить оценку функциональности компонентов
- использовать автоматизированные рабочие места техника для проведения испытаний модели элементов систем автоматизации;
- подтверждать работоспособность испытываемых элементов систем автоматизации;
- проводить оптимизацию режимов, структурных схем и условий эксплуатации элементов систем автоматизации в реальных или модельных условиях;
- использовать пакеты прикладных программ (CAD/CAM – системы) для выявления условий работоспособности моделей элементов систем автоматизации и их возможной оптимизации.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать**:

- Служебное назначение и номенклатуру автоматизированного оборудования и элементной базы систем автоматизации;
- назначение и виды конструкторской и технологической документации для автоматизированного производства;
- состав, функции и возможности использования средств информационной поддержки изделий на всех стадиях жизненного цикла (CALS-технологии);
- правила определения последовательности действий при монтаже и наладке модели элементов систем автоматизации;
- типовые технические схемы монтажа элементов систем автоматизации;
- методики наладки моделей элементов систем автоматизации;
- классификацию, назначение и область элементов систем автоматизации;
- назначение и виды конструкторской документации на системы автоматизации;
- требования ПТЭ и ПТБ при проведении работ по монтажу и наладке моделей элементов систем автоматизации;

- требования ЕСКД и ЕСТД к оформлению технической документации для систем автоматизации;
- состав, функции и возможности использования средств информационной поддержки изделий на всех стадиях жизненного цикла (CALS-технологии);
- функциональное назначение элементов систем автоматизации;
- основы технической диагностики средств автоматизации;
- основы оптимизации работы компонентов средств автоматизации
- состав, функции и возможности использования средств информационной поддержки элементов систем автоматизации на всех стадиях жизненного цикла (CALS-технологии)
- классификацию, назначение, область применения и технологические возможности элементов систем автоматизации;
- методики проведения испытаний моделей элементов систем автоматизации
- критерии работоспособности элементов систем автоматизации;
- методики оптимизации моделей элементов систем

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению профессионального модуля основной профессиональной образовательной программы по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 2.1. Осуществлять выбор оборудования и элементной базы систем автоматизации в соответствии с заданием и требованием разработанной технической документации на модель элементов систем автоматизации.

ПК 2.2. Осуществлять монтаж и наладку модели элементов систем автоматизации на основе разработанной технической документации.

ПК 2.3. Проводить испытания модели элементов систем автоматизации в реальных условиях с целью подтверждения работоспособности и возможной оптимизации.

А также формированию общих компетенций:

ОК 1 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 2 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 3 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 4 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 5 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 6 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.

ОК 7 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 8 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 9 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ОК 11 Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

Критерии оценки выполнения практической и лабораторной работы:

№	Критерии оценки	Оценка
1	Студент выполнил работу полностью, проявил самостоятельность, активность, при защите работы ответил на все вопросы	Отлично
2	Студент выполнил работу полностью, проявил самостоятельность, активность, при защите ответил не на все вопросы	Хорошо
3	Студент выполнил работу полностью, при выполнении работы проявил недостаточную самостоятельность, пользовался помощью преподавателя, при защите работы ответил не на все вопросы	Удовлетворительно
4	Студент не закончил выполнение работы, самостоятельности при выполнении работы не проявил, на вопросы при защите не ответил	Неудовлетворительно

Организация практического занятия

Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках, полигонах и т.п.) - кабинет (**В соответствии с УП**).

В соответствии с требованиями ФГОС СПО15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств» реализация ППССЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися и практических занятий, включая как обязательный компонент *практические занятия. (с использованием персональных компьютеров).*

Выполнению практических занятий предшествует проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Практические занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и они требуют от обучающихся самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие *поисковый характер*, характеризуются тем, что обучающиеся, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

При планировании практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации обучающихся при проведении практических занятий - фронтальная, групповая и индивидуальная.

При *фронтальной форме* организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу.

При *групповой форме* организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При *индивидуальной форме* организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Для повышения эффективности проведения практических занятий рекомендуется:

- разработка сборников задач, заданий и упражнений;

- разработка контрольно-диагностических материалов для контроля за подготовленностью обучающихся к практическим занятиям, в том числе в форме педагогических тестовых материалов для автоматизированного контроля;
- подчинение методики проведения практических занятий ведущим дидактическим целям с соответствующими установками обучающимся;
- применение коллективных и групповых форм работы, максимальное использование индивидуальных форм с целью повышения ответственности каждого обучающегося за самостоятельное выполнение полного объема работ;
- проведение практических занятий на повышенном уровне трудности с включением в них заданий, связанных с выбором обучающимися условий выполнения работы, конкретизацией целей, самостоятельным отбором необходимого оборудования;
- подбор дополнительных задач и заданий для обучающихся, работающих в более быстром темпе, для эффективного использования времени, отводимого на практические занятия.

Методические указания к практическим и лабораторным работам разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ 01 Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов.

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению междисциплинарного курса «МДК. 02.01. Осуществление выбора оборудования, элементной базы, монтажа и наладки модели элементов систем автоматизации на основе разработанной технической документации» основной профессиональной образовательной программы по специальности 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств» и овладению профессиональными компетенциями.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Изучение устройства, работы, органов настройки и правил подключения пневматических регуляторов комплекса СТАРТ-2

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить устройство, работу пневматических регуляторов комплекса СТАРТ-2.
2. Изучить правила подключения пневматических регулятора.
3. Оформить практическую работу.
4. Ответить на контрольные вопросы.

2 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Рассмотрите принципиальные схемы пневматических регуляторов комплекса СТАРТ-2.
2. Ознакомьтесь с принципом действия пневматического регулятора ПР3.31-М1.
3. Выделите достоинства и недостатки регулятора ПР3.31-М1.
4. Изучите схемы и правила подключения пневматических регуляторов.
4. Сделайте вывод об изученном материале.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Пневматические приборы и регуляторы системы «СТАРТ» построены на определенном сочетании нескольких элементов УСЭППА.

Все приборы системы «СТАРТ» выполнены по одному принципу. Элементы УСЭППА, из которых комплектуются все приборы, установлены на ножках (соединительных трубках) на плате (основании) из органического стекла. Связь между элементами осуществляется через каналы в ножках и внутри платы. Плата, в свою очередь, имеет соединение со штуцерами внешних линий гибкими резиновыми шлангами. Рабочий диапазон входных и выходных сигналов 0,02 – 0,1 МПа. Питание приборов осуществляется сухим, очищенным от пыли и масла воздухом давлением 0,14 МПа. Дальность передачи пневматических сигналов до 300 м при внутреннем диаметре трубопровода 6 мм. Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха 5 – 50 °С при относительной влажности не более 80%.

Все элементы системы «СТАРТ» построены на базе пневматического многомембранного реле. Конструктивно базовый элемент (пневматическое трехмембранное реле) представляет собой набор из четырех прямоугольных шайб, разделенных тремя мембранами (резинотканевыми), стянутых по периметру винтами. Мембраны соединены общим штоком, торцы которого служат

заслонками сопл, расположенных в верхней и нижней крышках. К верхнему соплу обычно подводится давление питания 0,14 МПа, а нижнее сопло, как правило, связано с атмосферой.

Регулирующее устройство ПРЗ.31-М1.

Устройство регулирующее пневматическое пропорционально–интегральное ПР3.31-М1 применяется в АСУ ТП на опасных производственных объектах нефтегазовой, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, химической, пищевой и других отраслях промышленности.

Регулятор может быть использован для работы с датчиками, приборами контроля, задатчиками или другими устройствами со стандартными пневматическими сигналами на выходе и входе.

Действие регулятора основано на принципе компенсации сил, при котором механические перемещения чувствительных элементов близки к нулю. Вследствие этого регулятор обладает высокой чувствительностью.

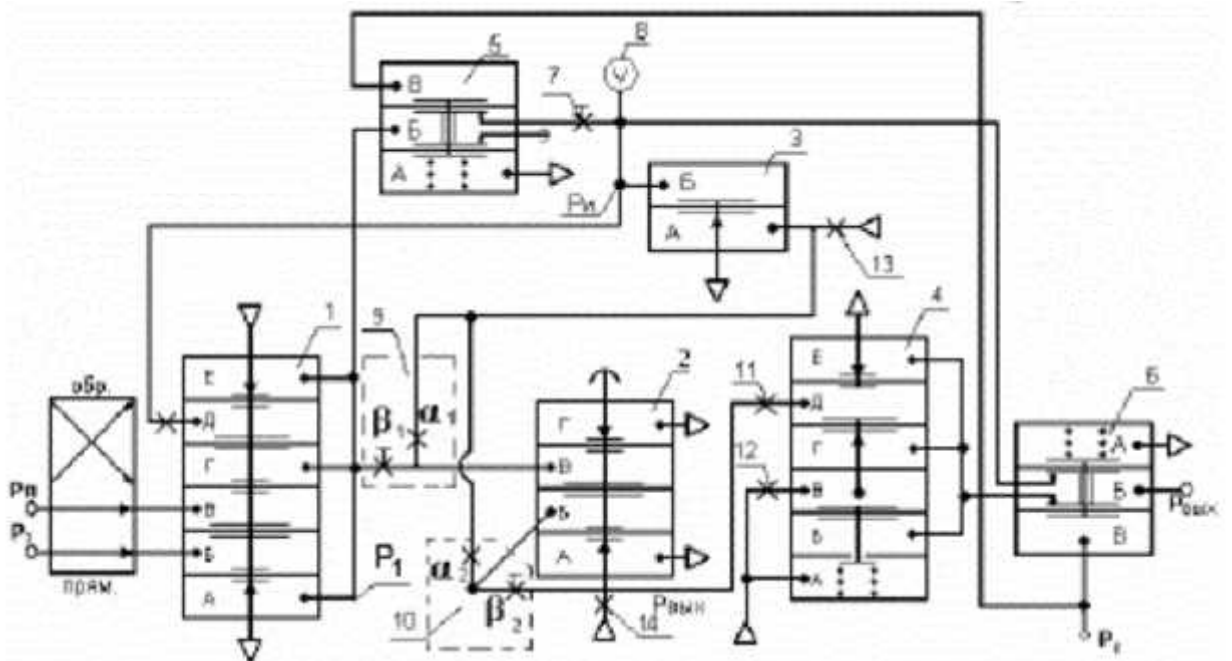


Рисунок 1 – Принципиальная схема пневматического регулятора ПР3.31-М1

Сигналы, поступающие от задатчика и от измерительного прибора в виде давления сжатого воздуха, действуют на мембраны элемента сравнения.

Силы, развиваемые действием разности сигналов регулируемой величины и задания на устройства сравнения, уравниваются силами, развиваемыми действием сигналов единичной отрицательной и регулируемой положительной обратной связи.

Пропорциональная составляющая регулятора вводится путем воздействия на отрицательную обратную связь, интегральная составляющая вводится посредством воздействия на

положительную обратную связь. Каждая из обратных связей вносит соответствующую составляющую в общее регулирующее воздействие регулятора.

Степень воздействия этих составляющих встраивается регулирующими сопротивлениями зоны пропорциональности и времени интегрирования.

Линейность статических характеристик достигается за счёт введения двух сумматоров в прямой канал и в линию обратной связи операционного усилителя.

Регулятор состоит в основном из элементов аналоговой техники: пятимембранного и трехмембранного элементов сравнения, повторителя–усилителя мощности, повторителя, регулируемых и нерегулируемых пневмосопротивлений, ёмкости. Кроме того, в регулятор входят дискретные элементы – два клапана.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. К приборам какой системы относится регулятор ПРЗ.31-М1?
2. Назначение регулятора ПРЗ.31-М1.
3. Какой закон регулирования реализует регулятор ПРЗ.31-М1?
4. Поясните назначение и принцип действия каждого элемента в регуляторе ПРЗ.31-М1.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Изучение конструкции и схем подключения гидравлических и электрогидравлических регуляторов

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить устройство, работу гидравлических регуляторов.
2. Изучить правила подключения гидравлических и электрогидравлических регулятора.
3. Оформить практическую работу.
4. Ответить на контрольные вопросы.

2 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Рассмотрите структурную схему гидравлической автоматической системой регулирования (АСР).
2. Ознакомьтесь с принципом действия гидравлической АСР.
3. Выделите достоинства и недостатки гидравлических регуляторов.
4. Ознакомьтесь с принципом действия электрогидравлическим регулятором РЭГ.
5. Изучите схемы подключения гидравлических регуляторов.
4. Сделайте вывод об изученном материале.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

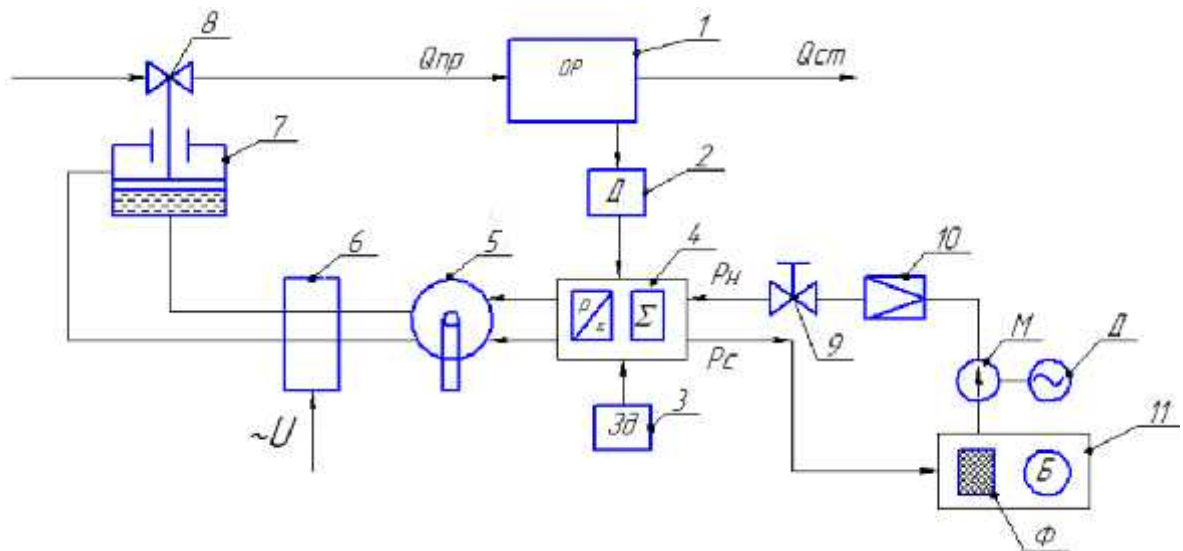


Рисунок 1 - Структурная схема гидравлической автоматической системой регулирования

На рисунке 1 изображены элементы:

- 1- объект регулирования
- 2- датчик регулируемой величины
- 3- задатчик регулируемой величины
- 4- гидравлический регулятор
- 5- кран дистанционного управления исполнительным механизмом
- 6- переключающее устройство для отключения командных цепей от внешних сигналов
- 7- поршневой исполнительный механизм
- 8- регулирующий орган

К регулятору подводится две трубных линии: P_H – напор ($P_H=6-12 \text{ кгС/см}^2$) и P_C – слив в масляный бак.

- 9- дроссель для установки давления питания $P_{\text{пит}}$, от него будет зависеть мощность исполнительного механизма и скорость его перемещения
- 10- обратный клапан
- 11- маслонапорная установка

Б- масляной бак

Ф- фильтр

М- маслонанос

Д- двигатель или привод насоса

Принцип работы:

При заданном значении регулируемой величины на выходе регулятора два одинаковых давления P_1 и P_2 . Усилия на поршень исполнительного механизма будут одинаковые и исполнительный механизм неподвижен.

При изменении параметра на выходе регулятора создаются разные давления, т.е. разность давлений $\Delta P=P_1-P_2$. Под действием этой разности исполнительный механизм перемещает регулирующий орган и приводит параметр к заданному значению.

Гидравлические регуляторы применяются там, где для перемещения затвора регулирующего органа необходимы большие перестановочные усилия. В них для перемещения затвора регулирующего органа используется несжимаемая жидкость под давлением, обычно трансформаторное масло. В зависимости от управляющих элементов, входящих в конструкцию гидравлических регуляторов, они подразделяются на золотниковые, дроссельные и струйные.

Гидравлические регуляторы применяются в металлургической, химической, энергетической и других отраслях промышленности. Применение гидравлических регуляторов определяется тем, что они позволяют обеспечить:

- надежную работу в помещениях с высокой влажностью и температурой;
- независимость работы автоматики от внешнего источника энергии;
- достижение любой необходимой скорости перемещения регулирующего органа и создания повышенных усилий для обеспечения его герметичности при закрытии;
- использование регулирующих клапанов условным диаметром от 50 до 1000 мм при однотипном комплекте регулирующих приборов;
- изменение при наладке и эксплуатации скорости перемещения регулирующего органа (в отличие от исполнительных устройств с электроприводами, имеющими постоянную скорость).

Регулятор РЭГ

В данном регуляторе для формирования сигналов о текущих заданном и действительном значениях регулируемого параметра и для формирования закона регулирования используется электрическая энергия, а для перемещения исполнительного механизма – гидравлическая энергия давления масла $8 \div 12 \text{ кгС/см}^2$.

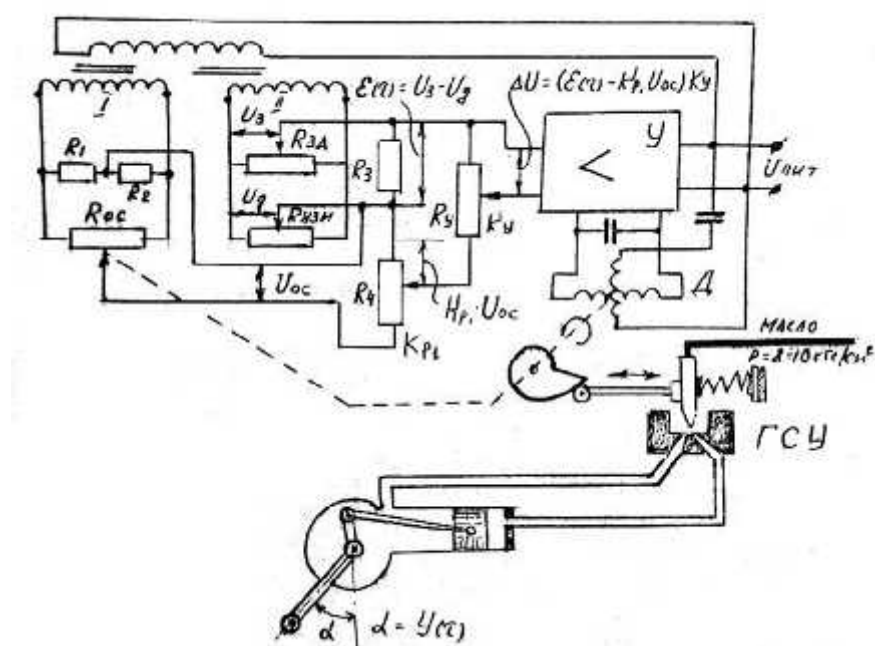


Рисунок 2 – Электрогидравлический регулятор РЭГ

Регулятор РЭГ состоит из элементов:

ГСУ – гидравлический струйный усилитель

Входная электрическая схема регулятора содержит два моста: измерительный и мост обратной связи. Мосты питаются напряжением переменного тока. С потенциометра $R_{3д}$ снимается

сигнал U_3 , пропорциональный заданному текущему значению регулируемого параметра. С потенциометра Ризм, встроенного в прибор и измеряющего текущее значение регулируемого параметра, снимается сигнал U_d , пропорциональный действительному текущему значению регулируемого параметра. На сопротивлении R_3 формируется сигнал рассогласования $\varepsilon(t)$, равный разности сигналов U_d и U_3 , т.е. $\varepsilon(t) = U_3(t) - U_d(t)$.

Мост обратной связи содержит два равных сопротивления R_1 и R_2 (для формирования средней точки напряжения питания моста) и сопротивление $R_{ос}$, движок которого механически связан с валом двигателя Д. На выходе моста формируется напряжение обратной связи $U_{ос}$, часть которого $K_{p1} \cdot U_{ос}$ сравнивается с напряжением рассогласования $\varepsilon(t)$. При среднем положении движка $R_{ос}$ значение $U_{ос}$ равно нулю.

На вход электронного усилителя подается сигнал $\Delta U = K_y \cdot (\varepsilon(t) - K_{p1} \cdot U_{ос})$. Сопротивление R_y определяет значение масштабного коэффициента K_y , задающего чувствительность регулятора.

При наличии сигнала ΔU он усиливается до величины, достаточной для перемещения конденсаторного двигателя Д, включенного на выходе усилителя У. Двигатель Д при вращении поворачивает профилированное лекало, воздействующее на перемещение струйной трубки гидравлического струйного усилителя – ГСУ и перемещает в соответствующем направлении движок реостата обратной связи $R_{ос}$. При смещении движка со среднего положения появляется сигнал обратной связи $U_{ос}$.

Направление вращения двигателя выбрано таким образом, чтобы сигнал $K_{p1} \cdot U_{ос}$ компенсировал сигнал рассогласования $\varepsilon(t)$ и в момент равенства сигнала $\Delta U = 0$ на входе усилителя двигатель останавливается, т.е. обеспечивается условие $\varepsilon(t) = K_{p1} \cdot U_{ос}$.

Одновременно лекало (профилированный кулачок), поворачиваясь, отклоняет струйную трубку ГСУ от среднего положения на величину, пропорциональную рассогласованию $\varepsilon(t)$.

При отклонении струйной трубки ГСУ от среднего положения гидравлический поршневой кривошипный исполнительный механизм начинает перемещаться со скоростью, пропорциональной отклонению струйной трубки, а значит и величине $\varepsilon(t)$.

При отклонении струйной трубки от среднего положения образуется разность давлений в сопловых отверстиях ГСУ и линиях к исполнительному механизму ИМ.

Исполнительный механизм начинает перемещаться со скоростью, пропорциональной величине разности давлений, т.е. отклонению трубки от среднего положения.

По мере движения ИМ величина $\varepsilon(t)$ начинает уменьшаться, т.е. значение ΔU меняет свой знак, изменение фазы сигнала ΔU на входе усилителя заставит двигатель Д перемещаться в обратном направлении, и по мере достижения величиной U_d значения U_3 , струйная трубка и

движок реостата $R_{ос}$ снова вернутся в исходное среднее положение. Двигатель останавливается, процесс регулирования закончен.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Принцип действия гидравлической АСР.
2. Назначение регулятора РЭГ.
3. Поясните назначение и принцип действия каждого элемента в регуляторе РЭГ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Исследование динамических характеристик теплового объекта и настройка регулятора РП4-У

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с устройством системы автоматического регулирования температуры на базе регулятора РП4-У.
2. Научиться на практике определять динамические свойства объектов.
3. Получить навыки настройки ПИ-регулятора.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с конструкцией лабораторного стенда.
2. Проведите исследования функционирования автоматической системы регулирования температуры.
3. Выполните настройку регулятора РП4-У.
4. Оформите практическую работу;
5. Ответьте на контрольные вопросы.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

3.1 Общие сведения о работе

Одним из методов экспериментального определения динамических свойств объектов управления является снятие переходной характеристики объекта (кривой разгона). Для этого на вход объекта при отключенной системе автоматического регулирования (в режиме ручного управления) подают воздействие в форме единичной ступенчатой функции и, фиксируя изменение во времени выходной величины объекта, получают кривую разгона. По данной кривой можно определить характеристики объекта управления при его приближении типичной передаточной функции, по которым, в свою очередь определяются параметры настройки регулятора.

3.2 Описание лабораторного стенда

Объектом исследования в данной работе является тепловой объект, состоящий из нагревательного элемента и термоэлектрического преобразователя, величина термо-ЭДС которого представляет собой выходную величину. Входной величиной является напряжение на нагревательном элементе, которое изменяется синхронно с величиной угла поворота однооборотного исполнительного механизма МЭО и может задаваться как вручную, так и системой автоматического регулирования, выполненной на основе регулятора РП4-У. Контроль температуры осуществляется при помощи прибора Диск-250.

Общий вид лабораторного стенда приведен на рисунке 1.



Лабораторный стенд включает следующее оборудование:

- объект управления (нагревательный элемент);
- датчик температуры (термоэлектрический преобразователь);
- показывающий и регистрирующий приборы А-543 и Диск-250;
- регулятор РП4-У;
- задатчик РЗД-22;
- блок управления БРУ-32;
- пускатель ПБР-2М;
- исполнительный механизм МЭО;
- регулирующая заслонка.

Рисунок 1 - Общий вид лабораторного стенда

Объект управления состоит из нагревательного элемента и термоэлектрического преобразователя. На объекте управления установлена заслонка, которая позволяет изменять

условия теплообмена и тем самым вносить возмущения в его работу. Сигнал действительного значения температуры поступает на регулятор РП4-У, работающий по ПИ-закону регулирования, где сравнивается с заданием, величина которого устанавливается задатчиком РЗД-22. В условиях автоматического регулирования (режим работы устанавливается переключателем на блоке ручного управления БРУ-32) управляющее воздействие, вырабатываемое регулятором через бесконтактный реверсивный пускатель ПБР-2М воздействует на исполнительный механизм МЭО. Для контроля за положением вала механизма МЭО используется указатель положения, встроенный в блок ручного управления БРУ-32, шкала которого отградуирована в процентах от максимального поворота МЭО. Для управления установкой в режиме ручного управления на блоке БРУ-32 имеются кнопки «больше» и «меньше».

Структурная схема лабораторного стенда приведена на рисунке 2.

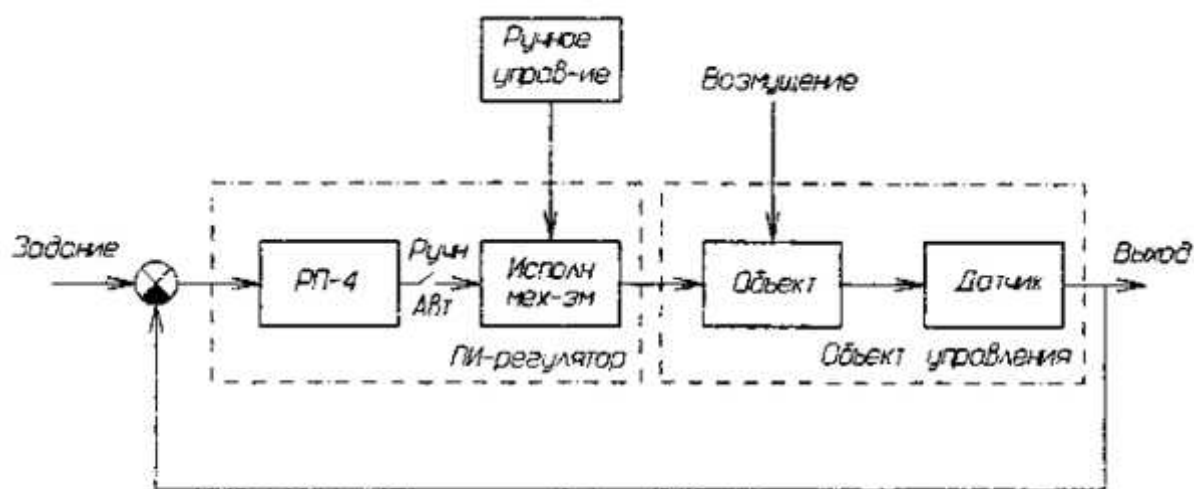
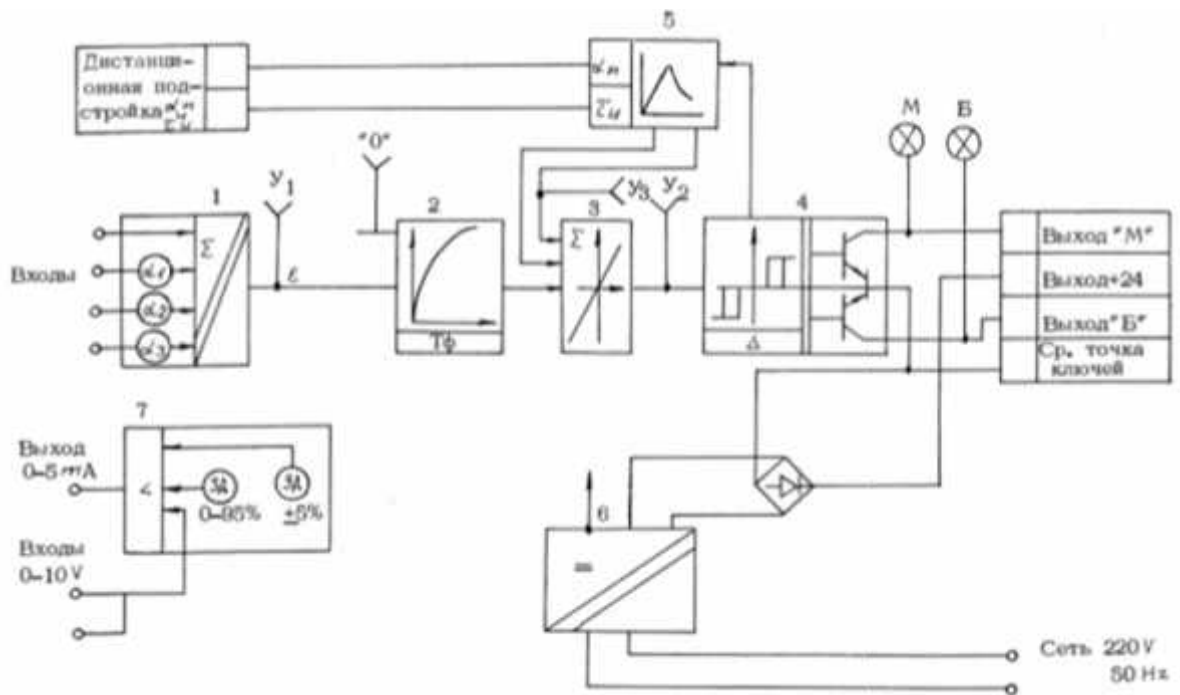


Рисунок 2 - Структурная схема лабораторного стенда

3.3 Функциональная схема регулятора РП4-У-М1.



1 – входной сумматор; 2 – демпфер; 3 – операционный усилитель-сумматор; 4 – трехпозиционный нуль-орган; 5 – инерционное звено отрицательной обратной связи; 6 – источник питания; 7 – задатчик

Рисунок 3 – Функциональная схема регулятора РП4-У

Схема работает следующим образом:

Сигналы регулируемого параметра и задания поступают на входы сумматора 1, в котором происходит их алгебраическое суммирование и формируется сигнал рассогласования ϵ . Сигнал рассогласования поступает на демпфер 2, представляющий собой инерционное RC-звено с регулируемой постоянной времени $T\phi$. С выхода демпфера 2 сигнал рассогласования поступает на вход операционного усилителя-сумматора 3, с выхода которого поступает на вход трехпозиционного нуль-органа 4, имеющего регулируемую зону нечувствительности " Δ ". При сигнале рассогласования, превышающем порог срабатывания устройства регулирующего, нуль-орган срабатывает и скачком подает сигнал в цепь отрицательной обратной связи, представляющей активное инерционное RC-звено 5, и на выходные ключи, коммутирующие цепи внешней нагрузки. При срабатывании положительной или отрицательной полярности сигнала рассогласования на выходе соответствующего ключа появляется напряжение. При отключенной цепи отрицательной обратной связи устройство представляет собой трехпозиционный нуль-орган с гистерезисом. При включенной цепи отрицательной обратной связи и сработавшем состоянии нуль-органа 4 сигнал отрицательной обратной связи на выходе инерционного звена 5 начинает плавно увеличиваться и компенсировать сигнал рассогласования на входе операционного усилителя-сумматора 3. Сигнал на входе нуль-органа 4 плавно уменьшается до порога отпускания,

после чего нуль-орган отключается, сигналы на выходе устройства и на входе отрицательной обратной связи скачком уменьшаются до нуля. Сигнал отрицательной обратной связи на выходе инерционного звена 5 начинает плавно уменьшаться, а сигнал на входе нуль-органа 4 возрастать до порога срабатывания $\sigma_{ср}$, после чего нуль-орган срабатывает, включает выходные ключи и подает сигнал в цепь отрицательной обратной связи. При сохранении сигнала рассогласования цикл повторяется. Таким образом, регулятор РП4 формирует на своем выходе импульсы, чередующиеся паузами. Интегрирование этих импульсов при помощи исполнительного механизма постоянной скорости позволяет получить пропорционально-интегральный ПИ-закон регулирования.

В схеме устройства предусмотрена дистанционная дискретная в три ступени или аналоговая подстройка коэффициента передачи и постоянной времени интегрирования. Дискретная подстройка осуществляется путем закорачивания входов II и III ступеней внешними контактами с их общим входом. Аналоговая – путем подачи на входы подстроек $X_{ап}$ и X_t и сигнала постоянного тока (0-10) В. Контроль срабатывания устройств по направлениям работы осуществляется при помощи световых индикаторов "М" и "Б".

Для контроля работы устройства служат контрольные гнезда "0" - "УЗ".

Питание схемы осуществляется от источника питания 6.

3.4 Органы настройки регулятора РП4-У

Органы настройки регулятора расположены на его боковой панели выдвижного шасси и показаны на рисунке 4.



Рисунок 4 - Органы настройки регулятора РП4-У

На панели управления установлены следующие органы:

- " α_1 ", " α_2 ", " α_3 " – для масштабирования входных сигналов;
- "ЗАДАНИЕ" – для плавной установки сигнала внутреннего задатчика;
- "ТФ" – для установки постоянной времени демпфирования;
- " α_p " – для установки коэффициента передачи;

- "ти" – для установки постоянной времени интегрирования;
- "Δ" – для установки требуемого значения зоны нечувствительности;
- "ти" – для установки длительности интегральных импульсов;
- "Y1" – гнездо для контроля работы входной схемы;
- "Y2" – гнездо для контроля работы усилителя регулирующей схемы;
- "Y3" – гнездо для контроля работы интегратора обратной связи;
- "0" – гнездо общее;
- "М", "Б" – индикаторы для контроля работы устройств по направлениям.

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1.1 Снять экспериментальные данные и построить кривую разгона.

4.2 Проверить настройку и работоспособность регулятора РП4-У, произведя в указанной ниже последовательности следующие действия:

- отключить питание $\sim 220\text{В}$, обеспечивая этим нулевые значения сигналов на входе регулятора РП4-У;
- выдвинуть шасси РП4-У, и установить следующие значения параметров настройки регулятора: Задание = 0 (обе ручки «задание» и ручка внешнего задатчика в положении «0»), $\alpha_{\text{П}} = 5\text{с}/\%$, $\tau_{\text{И}} = 100\text{с}$, $T_{\text{Ф}} = 0$, $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_{\Sigma} = 1$, $t_{\text{И}} = 0,1\text{с}$, $\Delta = 0,4\%$;
- подать питание $\sim 220\text{В}$ на стенд, проверить состояние индикаторов М и Б, расположенных на лицевой панели регулятора, они не должны гореть;
- вращением ручки внешнего задатчика в соответствующем направлении добиться срабатывания регулятора по направлению «М»;
- вращением ручки внешнего задатчика в противоположном направлении добиться срабатывания регулятора по направлению «Б»;
- выходные напряжения «М» и «Б» должны быть в пределах 21,6- 26,4В. Осциллографом можно проверить форму сигналов «М» и «Б» - сигналы должны иметь вид прямоугольных импульсов;
- установить сигнал внешнего задатчика равным «0».

4.3 Проверить с помощью блока БРУ-32 работоспособность исполнительного механизма и переместить регулируемую заслонку в закрытое положение: установить режим ручного управления, нажать кнопку М и, удерживая ее в этом положении, закрыть заслонку приводом исполнительного механизма (кнопку М удерживать до отключения ИМ конечным выключателем).

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и состав элементов стенда.
2. Назовите основные элементы регулятора РП4-У.

3. Параметры и органы настройки регулятора РП4-У.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Проектирование схем подключения входных и выходных сигналов микропроцессорного регулятора РП5-М1

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться проектировать электрическую принципиальную схему типовой системы регулирования на базе регулятора РП5-М1 в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить функциональную схему микропроцессорного регулятора РП5-М1.
2. Изучить подключение микропроцессорного регулятора РП5-М1.
3. Разработать принципиальную схему типовой системы регулирования на базе регулятора РП5-М1.

3. Спроектировать принципиальную схему в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Регулятор представляет собой компактный одноканальный контроллер, предназначенный для построения систем контроля и регулирования технологических процессов. Применяется в электротехнической, нефтехимической, металлургической, пищевой и других отраслях промышленности.

Регулятор может эффективно решать различные задачи управления объектами, формируя совместно с электрическим исполнительным механизмом постоянной скорости П, ПИ, ПИД, двух и трехпозиционный законы регулирования. Например, для измерения и регулирования давления, расхода, разрежения, уровня, температуры, мощности, скорости перемещения и других параметров, которые могут быть преобразованы в сигналы постоянного тока и напряжения.

Регулятор оснащен средствами оперативного управления, которые представляют собой набор кнопок, цифровых и единичных индикаторов. Эти средства позволяют изменять режимы работы, устанавливать задание, вручную управлять исполнительным устройством, контролировать сигналы и индицировать ошибки.

Регулятор - программируемое устройство. Программирование сводится к простой процедуре конфигурирования аналоговых входов и установке параметров настройки.

Функциональная схема

Функциональная схема регулятора приведена на рисунке 1.

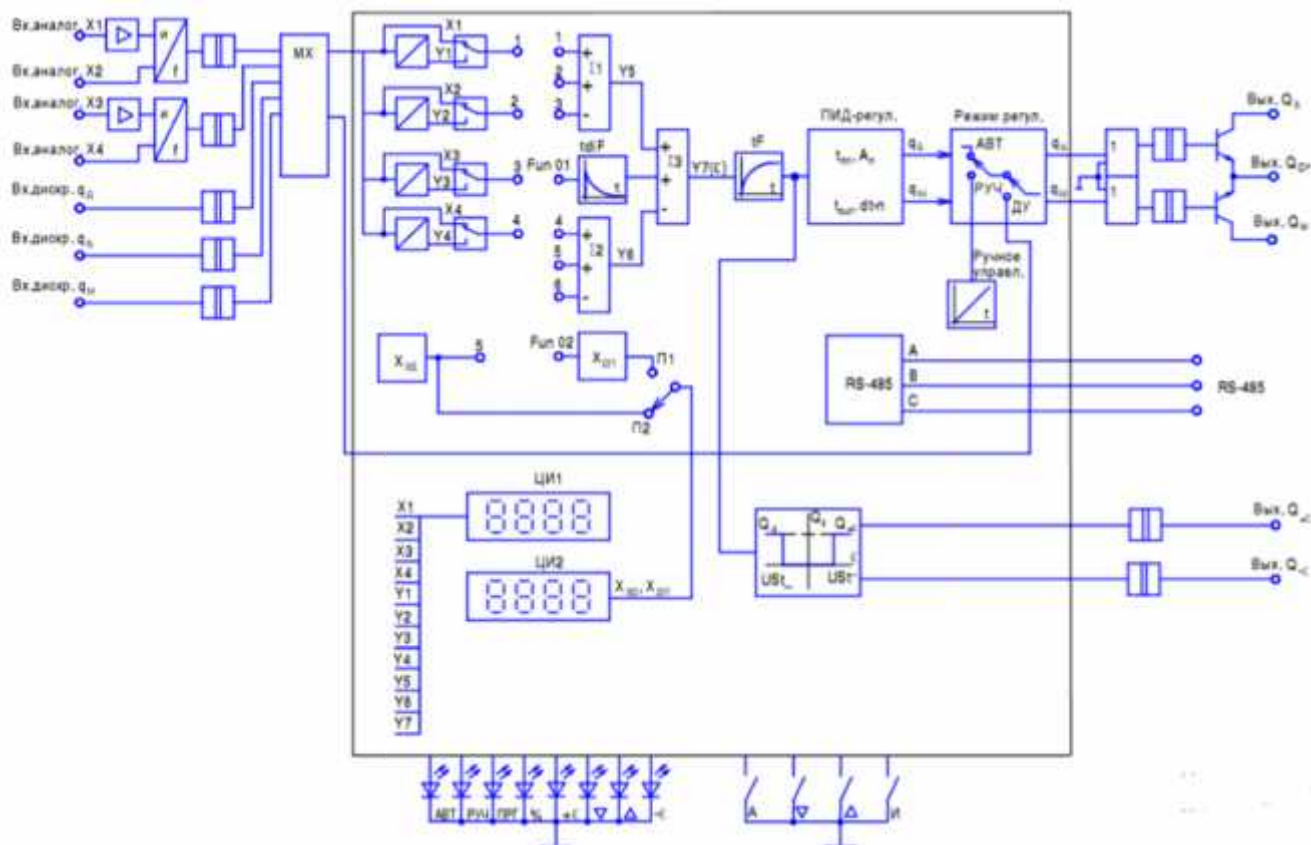


Рисунок 1 – Функциональная схема регулятора РП5-М1

Часть элементов функциональной структуры реализована аппаратно, часть - программно.

Регулятор рассчитан на прием аналоговых и дискретных сигналов и выдачу дискретных и импульсного сигналов. Формирование импульсного сигнала типа «больше» - «меньше» выполняется программно, эти сигналы поступают на пускатель исполнительного механизма через транзисторные ключи.

Аппаратура ввода (входные УСО), представляющая собой входные усилители на аналоговых входах 1 и 3, преобразователи «напряжение – частота» для каждой пары аналоговых входов, гальванические разделители аналоговых и дискретных сигналов и управляемый процессором коммутатор преобразует входные сигналы в цифровую форму. Аппаратура вывода (выходные УСО) формирует управляющие выходные сигналы QB и QM на импульсном выходе и дискретные сигналы Q+ε и Q-ε.

Регулятор имеет исполнение с каналом интерфейсной связи RS-485.

Классификация входов и выходов:

1) Аналоговые входы

Регулятор имеет четыре аналоговых входа. Унифицированные сигналы 0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА могут быть поданы на все четыре входа. Для других видов сигналов есть некоторые ограничения:

- сигналы напряжения постоянного тока 0-50 мВ могут быть поданы на входы 1 и 3;
- сигналы от термопар могут быть поданы на входы 1, 3, однако при этом ко входу 4 необходимо подключить ЭЧМ 50М для компенсации э.д.с. «холодных спаев» термопары, причем один на 2 входа. В данном случае регулятор будет иметь три входных сигнала;
- сигналы от термопреобразователей сопротивления могут быть поданы на входы 2 и 4.

Все аналоговые входы регулятора в исходном состоянии не «привязаны» к каким-либо функциям регулятора. Такая привязка, а также определение вида входного сигнала для каждого входа, осуществляется пользователем и реализуется в процессе программирования.

2) Дискретные входы

В регуляторе предусмотрено 3 дискретных входа, которые имеют следующее назначение:

- вход дискретный q_d – для переключения регулятора на дистанционный режим управления (ДУ);
- вход дискретный q_b , вход дискретный q_m - для управления исполнительным механизмом в сторону «больше» и в сторону «меньше» соответственно в режиме ДУ.

3) Импульсный выход. Дискретные выходы.

Один трехпозиционный импульсный выход типа «больше» - «меньше» предназначен для управления исполнительным механизмом и представляет собой управляемые ШИМ - сигналом транзисторные ключи с нагрузочной способностью 0,2А при напряжении 24В от внешнего источника. Длительность управляющего импульса постоянна. Длительность периода обратно пропорциональна величине сигнала рассогласования. Минимальная длительность управляющего импульса задается в кольце параметров настройки. Дискретные выходы $Q+\epsilon$ и $Q-\epsilon$ - связаны с порогом срабатывания нуля - органа, контролирующего величину сигнала рассогласования « ϵ ». Эти дискретные выходы активизируются при превышении сигналом рассогласования порогов срабатывания нуля - органа.

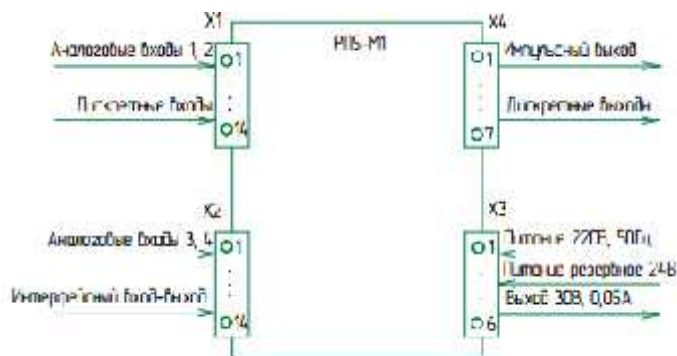
4) Интерфейсный вход-выход

Интерфейсный вход-выход предназначен для связи регулятора с внешним управляющим устройством в форме последовательного кода RS-485.

Особенности организации ввода-вывода

Ввиду того, что аналоговые входы регулятора универсальны, т.е. к ним можно подключить различные аналоговые сигналы, схема внешних соединений жестко не фиксирована. В каждом случае она зависит от конкретного набора входных и выходных сигналов.

Все внешние цепи подключаются к регулятору с помощью четырех клеммных колодок «под винт» X1-X4 в соответствии с рисунком 2.

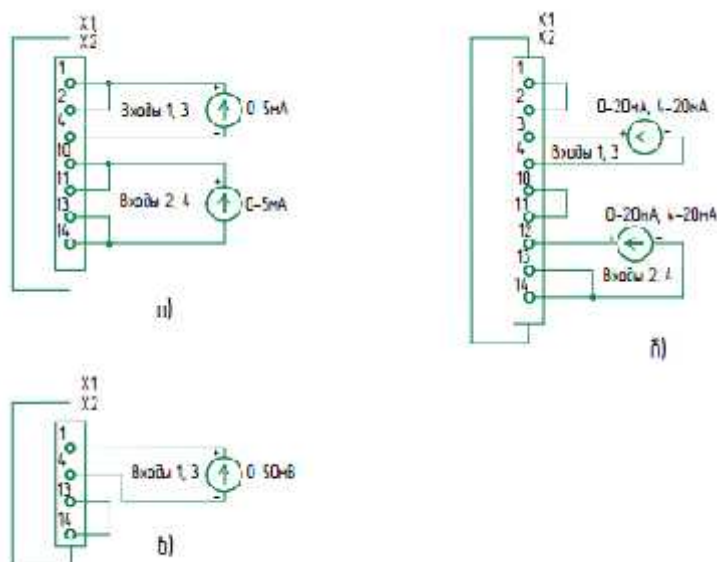


X1-X4 - клеммные колодки

Рисунок 2 - Организация входов и выходов

Подключение входных аналоговых сигналов

В регуляторе обеспечивается возможность подключения аналоговых сигналов в различном сочетании. На рисунке 3 приведены варианты их подключения.



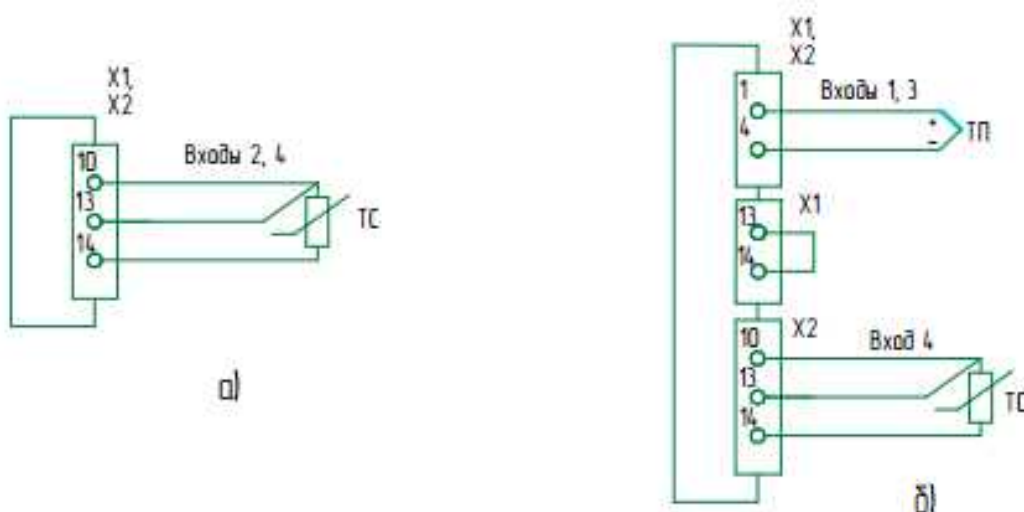
а) - подключение сигналов 0 – 5 мА;

б) - подключение сигналов 0 – 20, 4 – 20 мА;

в) - подключение сигналов 0 – 50 мВ

Рисунок 3 - Схемы подключения токовых входных сигналов

Здесь и далее запись «Входы 1, 3» (или «Входы 2, 4») означает, что входы 1, 2 подключаются к клеммной колодке X1, входы 3, 4 подключаются к клеммной колодке X2.



а) - подключение термопреобразователей сопротивления для входов 2, 4;

б) - подключение термопар для входов 1, 3

Рисунок 4 - Схемы подключения термопреобразователей сопротивления и термопар

Для случая подключения термопар к входам 1, 3 необходимо ко входу 4 подключить элемент чувствительный медный (ЭЧМ 50М), компенсирующий э.д.с. «холодных спаев» термопары.

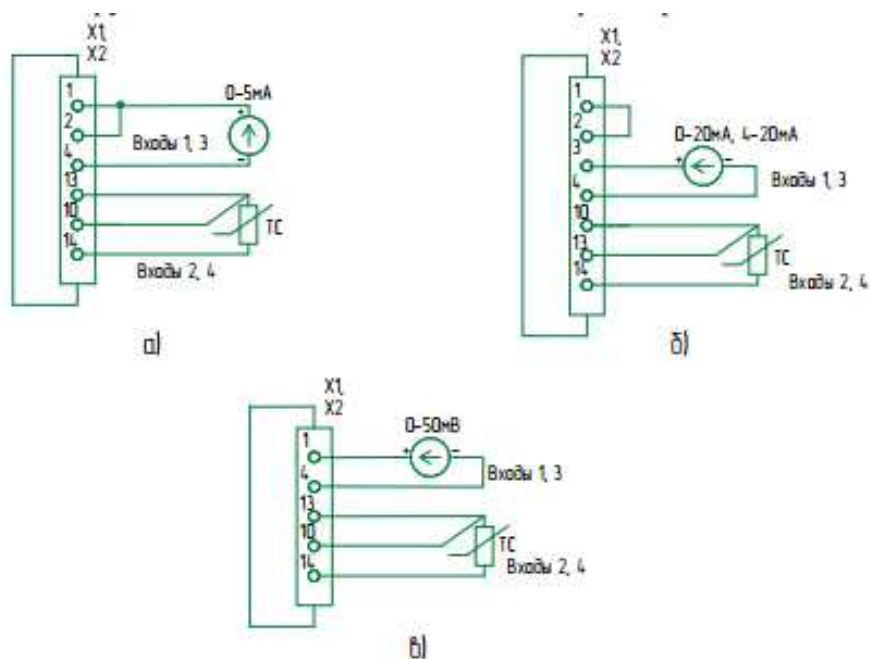
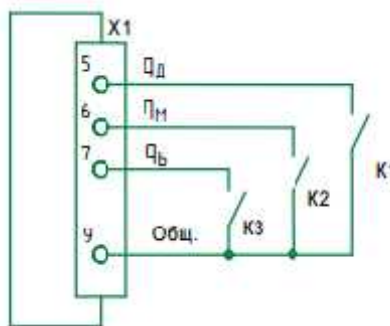


Рисунок 5 - Схемы подключения аналоговых сигналов в различном сочетании

Подключение входных дискретных сигналов

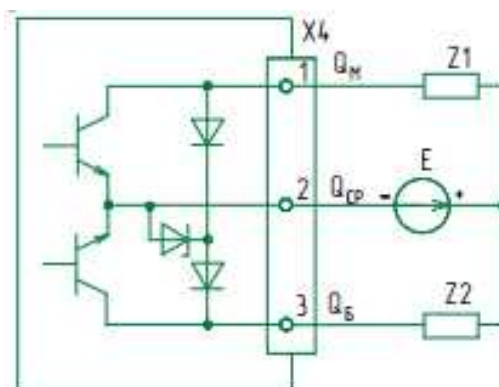


K1, K2, K3 - контакты внешних управляющих устройств

Рисунок 6 - Схема подключения дискретных сигналов дистанционного управления

Подключение импульсного выхода

Импульсный выход типа «больше» - «меньше» выполнен в виде пассивных транзисторных ключей, поэтому для коммутации нагрузки требуется внешний нестабилизированный источник питания постоянного тока. Коммутационная способность выходных ключей – 24 В при токе до 0,2А. Защита выходных ключей от перенапряжения при коммутации осуществляется ограничительными диодами.



X4 - клеммная колодка;

E - внешний источник постоянного тока;

$E = 24 \text{ В}$, $I_n \leq 0,2 \text{ А}$;

Z1, Z2 - внешняя нагрузка

Рисунок 7 - Схема подключения импульсного выхода

Подключение дискретных выходов

Дискретные выходы $Q+\epsilon$ и $Q-\epsilon$ представляют собой пассивные транзисторные ключи, поэтому для коммутации нагрузки необходимо иметь внешний источник напряжения постоянного тока.

Коммутационная способность дискретных выходов – 24В при токе до 0,2А в соответствии с рисунком 8.

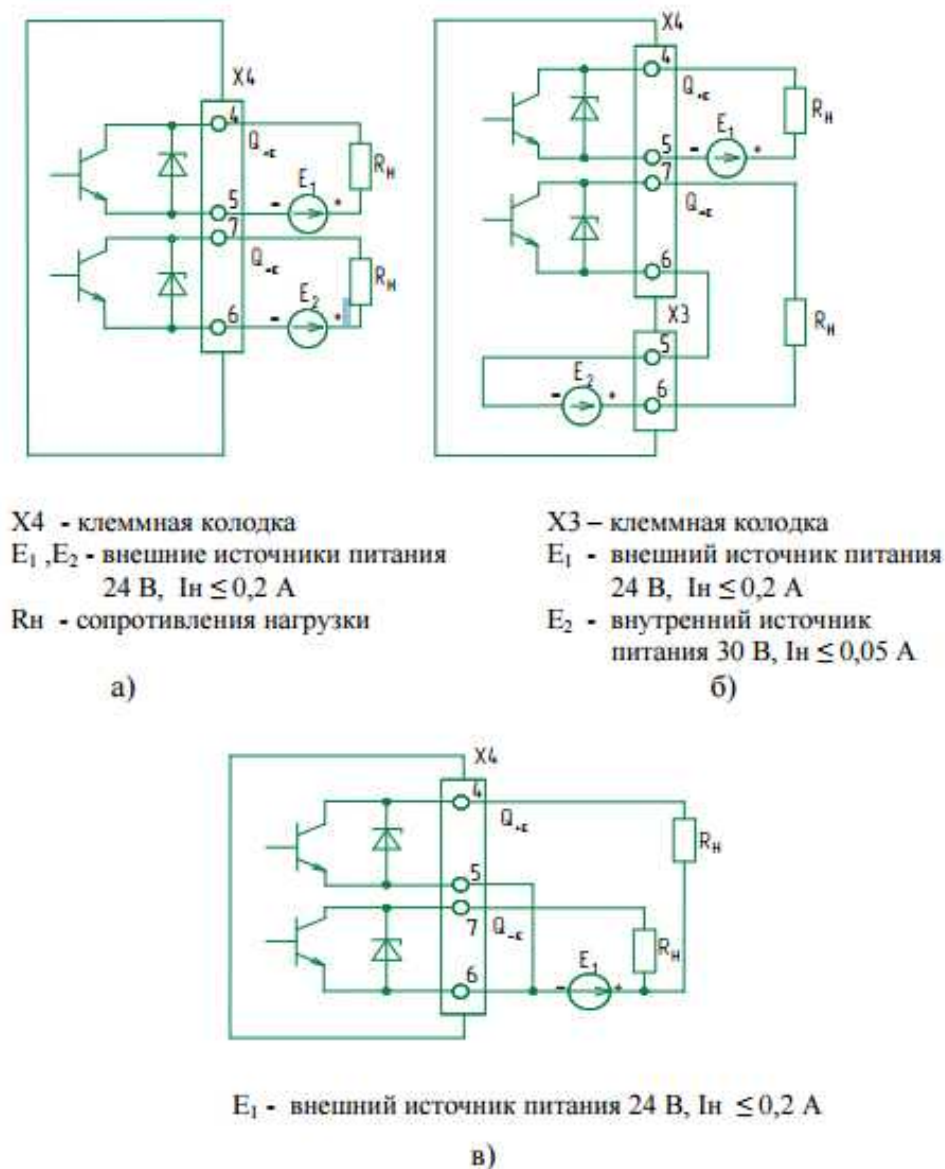


Рисунок 8 - Схемы подключения дискретных выходов

Если суммарный ток нагрузки двух дискретных выходов (или одного дискретного выхода) не превышает 0,05А, то их можно запитать от внутреннего источника напряжения постоянного тока.

Дискретные выходы, подключенные по схеме рисунка 8в, будут гальванически связаны между собой.

Организация цепей питания

Основным питанием для регулятора является промышленная однофазная сеть переменного тока 220В, 50Гц. Если к регулятору подключено и резервное питание 24В постоянного тока, то в случаях перерыва или отключения промышленной сети питание регулятора

автоматически переходит на резервное с возможностью обратного автоматического перехода после восстановления промышленной сети в соответствии с рисунком 9.

В регуляторе имеется внутренний источник напряжения (30 ± 3 В постоянного тока с нагрузочной способностью 0,05А для питания, при необходимости, внешних цепей.

Для подключения цепей питания используется клеммная колодка ХЗ.

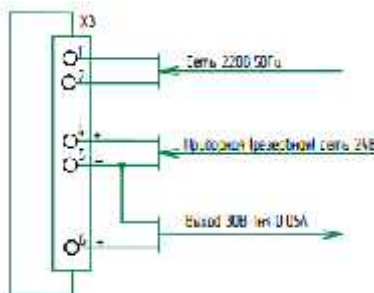
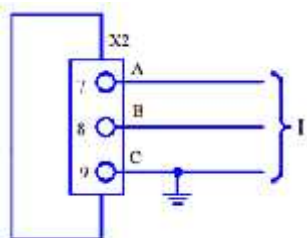


Рисунок 9 - Организация цепей питания

Подключение регулятора к внешнему абоненту



L – кабель, экранированная витая пара;

X2 – клеммная колодка

Рисунок 10 - Подключение регулятора к каналу интерфейсной связи RS-485

Подключение регулятора к блокам БРУ, БОР и ПБР

Подключение регулятора к блокам БРУ, БОР и ПБР приведено на рисунках 11,12.

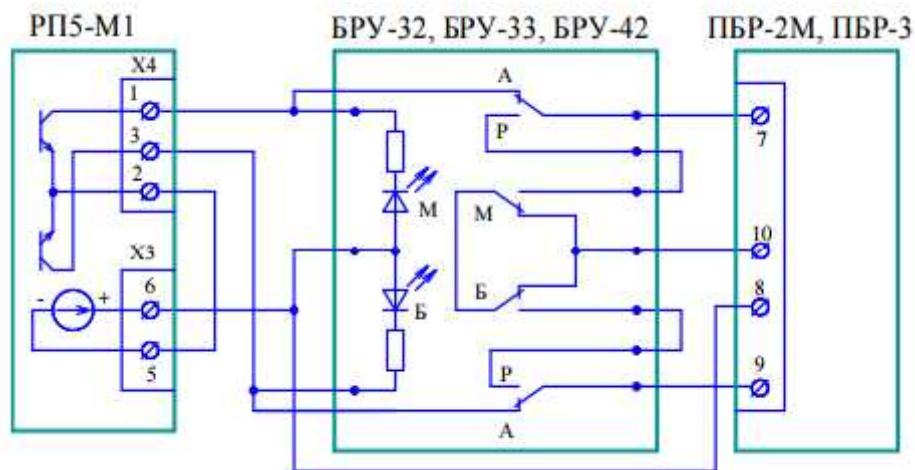


Рисунок 11 - Схема соединений регулятора РП5-М1 с блоками ручного управления БРУ и пускателями бесконтактными ПБР

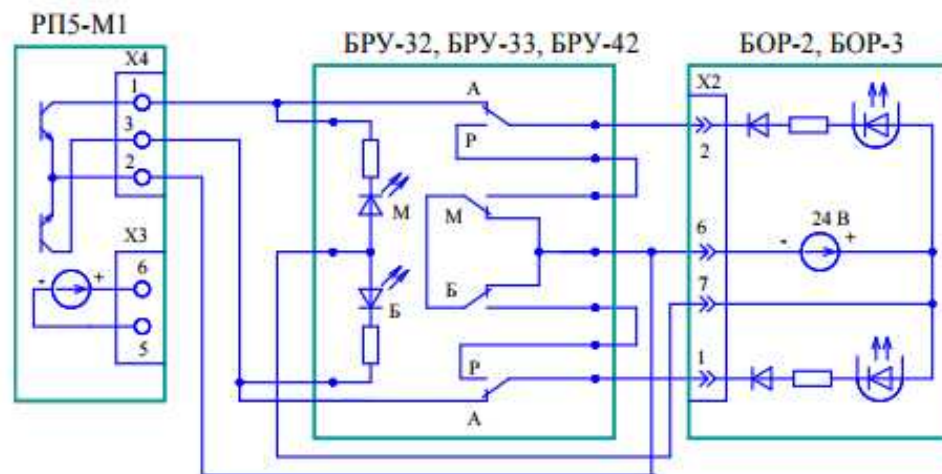


Рисунок 12 - Схема соединений регулятора РП5-М1 с блоками ручного управления БРУ и блоками оптореле БОР

Схема подключений регулятора РП5-М1

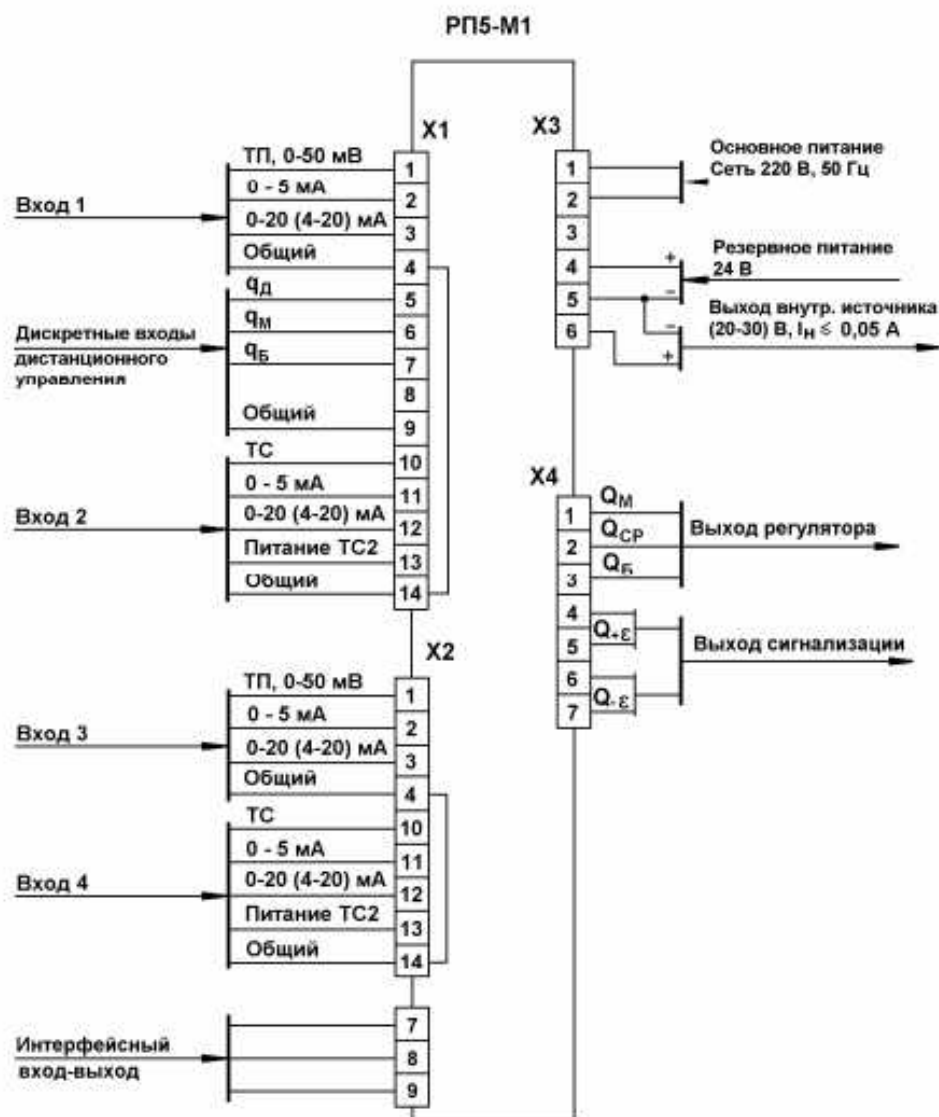


Рисунок 13 - Схема подключений регулятора РП5-М1

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Разработать принципиальную схему типовой системы регулирования на базе регулятора РП5-М1.
2. Спроектировать принципиальную схему в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные элементы функциональной схемы микропроцессорного регулятора РП5-М1.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Проектирование схем подключения задатчиков типа РЗД-12, РЗД-22

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться проектировать схемы подключения задающих устройств типа РЗД-12 и РЗД-22 в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить схемы электрические принципиальные задающих устройств.
2. Изучить подключение задающих устройств типа РЗД-12 и РЗД-22.
3. Разработать принципиальную схему подключения задающих устройств типа РЗД-12 и РЗД-22 к электрическому регулятору.
3. Спроектировать принципиальную схему подключения задающих устройств к электрическому регулятору в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Задатчики ручные РЗД относятся к изделиям Государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП) и рассчитаны на применение в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП) и предназначены для выполнения операций:

- РЗД-12 – ручная установка задания для стабилизирующих регуляторов и регуляторов соотношения;
- РЗД-22 – ручная установка сигналов задания для стабилизирующих регуляторов и регуляторов соотношения, преобразование одного вида унифицированного сигнала постоянного тока или напряжения в другой.

Задатчик РЗД-12.

Это ручной потенциометрический задатчик с сопротивлением 10 или 2,2 кОм в зависимости от исполнения.

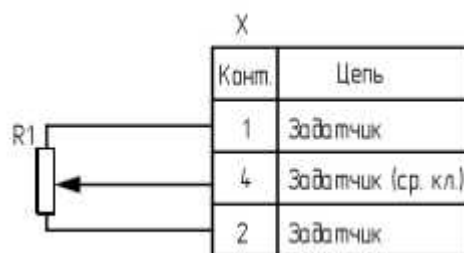


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная задатчика РЗД-12

Задатчик РЗД-22.

На передней панели задатчика расположена ручка установки задания с визиром, шкала на 50 делений, табличка для нанесения надписей. Ручка насажена на ось потенциометра, закрепленного на панели. К передней панели крепятся также подстроечные резисторы, доступ к которым осуществляется через отверстие с соответствующими надписями, находящимися под табличкой. Остальные элементы схемы расположены на печатной плате, которая крепится к боковинам с помощью винтов.

Соединение задатчика с внешними цепями осуществляется при помощи разъема, расположенного на задней панели. На задней панели имеется винт для заземления задатчика.

Схема электрическая принципиальная задатчика РЗД-22 представлена на рисунке 2. Задатчик состоит из регулируемого делителя напряжения, усилителя постоянного тока и источника питания. В состав усилителя постоянного тока входят операционный усилитель А и усилитель, собранный на транзисторе V10.

В основу работы задатчика положено управление выходным напряжением операционного усилителя, собранного на интегральной микросхеме, с помощью регулируемого делителя напряжения на одном из входов операционного усилителя. Делитель напряжения состоит из потенциометра и набора резисторов, которые могут подключаться параллельно или последовательно к потенциометру в зависимости от диапазона изменения входного сигнала. Усилитель постоянного тока охвачен отрицательной обратной связью. Сигнал обратной связи снимается с измерительного резистора, включаемого последовательно с нагрузкой. Этим обеспечивается пропорциональность изменения выходного тока транзистора входному напряжению усилителя постоянного тока. Источник питания состоит из трансформатора Т с двумя вторичными обмотками, напряжение вторичных обмоток которого выпрямляется диодными мостами V6, V8 и сглаживается конденсаторами С3 и С4 соответственно. Питание операционного усилителя задатчика осуществляется от стабилизатора тока, выполненного на транзисторе V3, стабилитроне V5 и резисторах R10, R11. В режиме задатчика напряжение на делитель поступает со стабилитрона V4.

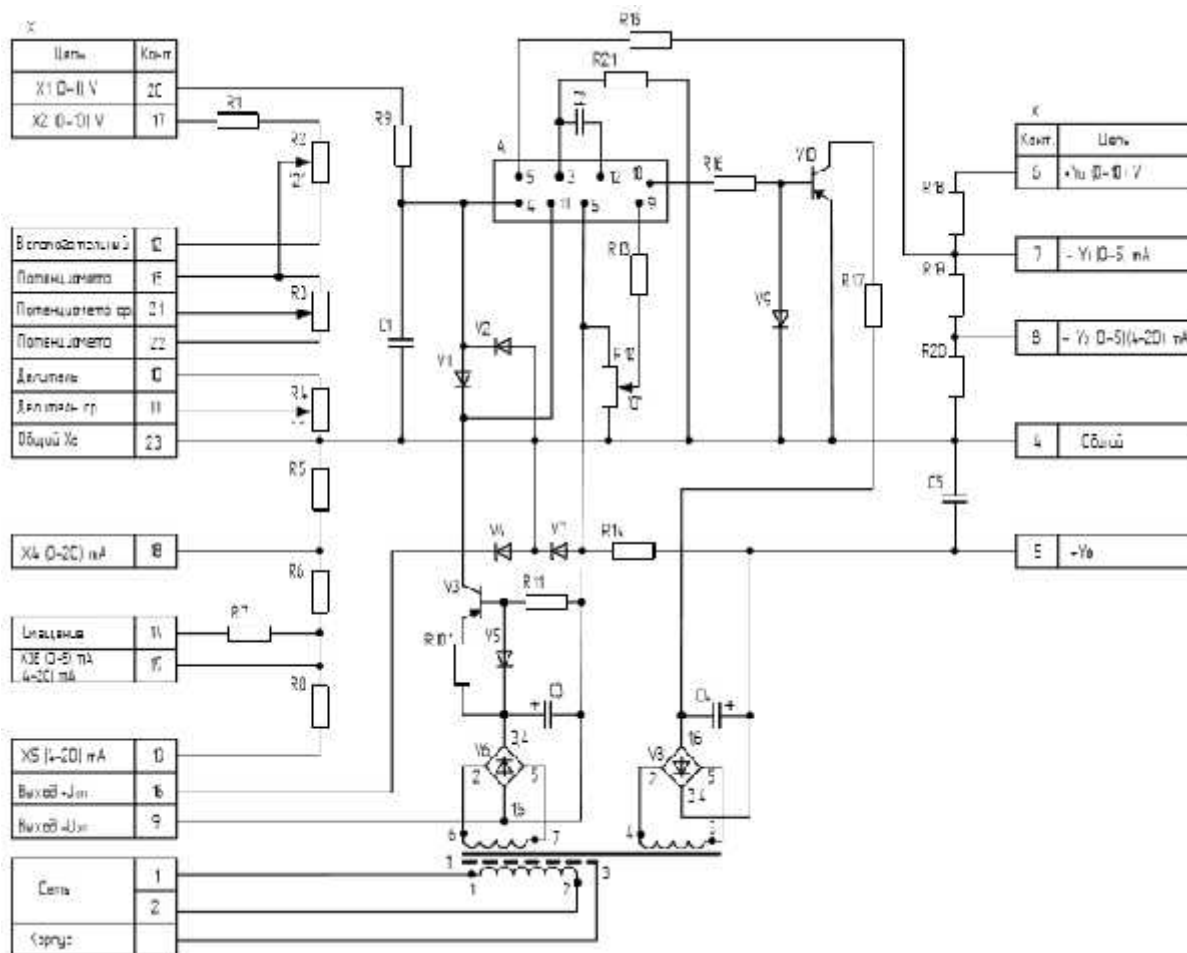


Рисунок 2 - Схема электрическая принципиальная датчика РЗД-22

Схемы подключения нагрузки РЗД-22 для выходных сигналов задания представлены на рисунках 3, 4, 5:

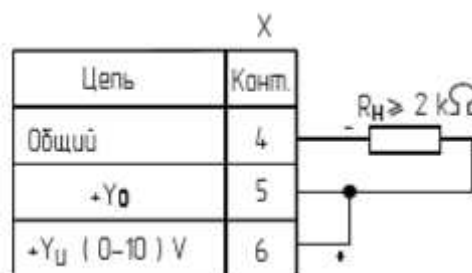


Рисунок 3 - Схемы подключения нагрузки РЗД-22 для выходного сигнала (0-10) В



Рисунок 4 - Схемы подключения нагрузки РЗД-22 для выходного сигнала (0-5) мА

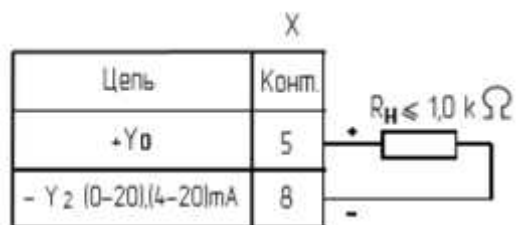


Рисунок 5 - Схемы подключения нагрузки РЗД-22 для выходных сигналов (0-20), (4-20) мА

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Разработать принципиальную схему подключения задающих устройств типа РЗД-12 и РЗД-22 к электрическому регулятору.
2. Спроектировать принципиальную схему в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение задающих устройств РЗД-12 и РЗД-22.
2. Назовите основные элементы задающих устройств типа РЗД-12 и РЗД-22.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Проектирование схем подключения блоков управления БРУ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться проектировать схемы подключения блоков управления типа БРУ-22, БРУ-32 и БРУ-42 в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить схемы электрические принципиальные блоков управления типа БРУ-22, БРУ-32 и БРУ-42.
2. Изучить подключение блоков управления типа БРУ-22, БРУ-32 и БРУ-42.
3. Разработать принципиальные схемы подключения блоков типа БРУ-22, БРУ-32 и БРУ-42 в схемах автоматического управления и регулирования.
3. Спроектировать принципиальные схемы в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Блоки ручного управления комплекса АКЭСР рассчитаны на применение в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП) и предназначены для переключения и индикации режимов цепей управления исполнительными устройствами, отображения положений регулирующих органов исполнительных устройств.

Выпускаются трех типов:

- 1) БРУ-22
- 2) БРУ-32
- 3) БРУ-42

Таблица – Функциональные возможности блоков

Условное обозначение	Выполняемые функции
БРУ-22	Ручное или дистанционное переключение цепей управления на два положения, световая индикация положения цепей; управление исполнительными механизмами.
БРУ-32	Ручное переключение с автоматического режима управления на ручной и обратно, кнопочное управление интегрирующими исполнительными механизмами, световая индикация выходного сигнала регулирующего устройства с импульсным выходным сигналом, отображение положения регулирующего органа на стрелочном индикаторе.

БРУ-42	Ручное или дистанционное переключение с автоматического режима управления на ручной и обратно, кнопочное управление интегрирующими исполнительными механизмами, световая индикация режимов управления, выходного сигнала регулирующего устройства с импульсным выходным сигналом, отображение положения регулирующего органа на стрелочном индикаторе.
--------	--

Блоки конструктивно состоят из литого корпуса, защищенного кожухом и рассчитаны на щитовой утопленный монтаж, на вертикальной плоскости. Крепление блока к щиту осуществляется винтами за панель корпуса.

В задней части блоков находится колодка для внешних соединений.

Схемы электрические принципиальные блоков БРУ

Блоки БРУ-22, БРУ-42 содержат реле с магнитной блокировкой, которое выполняет функции переключателя на два положения. Переключение реле происходит при прохождении импульса постоянного тока через соответствующую обмотку.

Напряжение питания, снимаемое с выпрямительного моста, сглаживается конденсатором, используется для переключения реле и питания индикаторов единичных.

Функциональные возможности блока БРУ- 42.

Кнопка "☐" позволяет переключать контакты блока в режим управления " РУЧНОЙ", кнопка " О " - в противоположное состояние (режим управления "АВТОМАТИЧЕСКИЙ").

Группа контактов кнопок "►" и "◄" служит для управления исполнительными устройствами.

Вторые группы контактов кнопок "►" и "◄" выведены на выходную колодку и служат для коммутации внешних цепей.

Индикаторы единичные "☐" и "О" через неподвижный контакт группы K1.1 реле K1 попеременно связаны с плюсом внутреннего источника питания, служат для индикации режимов управления "РУЧНОЙ" и "АВТОМАТИЧЕСКИЙ".

Индикаторы единичные "►" и "◄" служат для индикации импульсных выходных сигналов регулирующих устройств.

Переключение блока в один из режимов управления может производиться также дистанционно: замыканием контактов 2 и 37 или 2 и 34 или 3 и 1.

Переключающие группы контактов реле выведены на контакты разъема. После включения питания, блок переходит в режим управления, определяемый замкнутой цепью дистанционного управления.

Блок содержит стрелочный указатель, осуществляющий индикацию аналоговых сигналов 0-5 мА, 4-20 мА или 0-10 В.

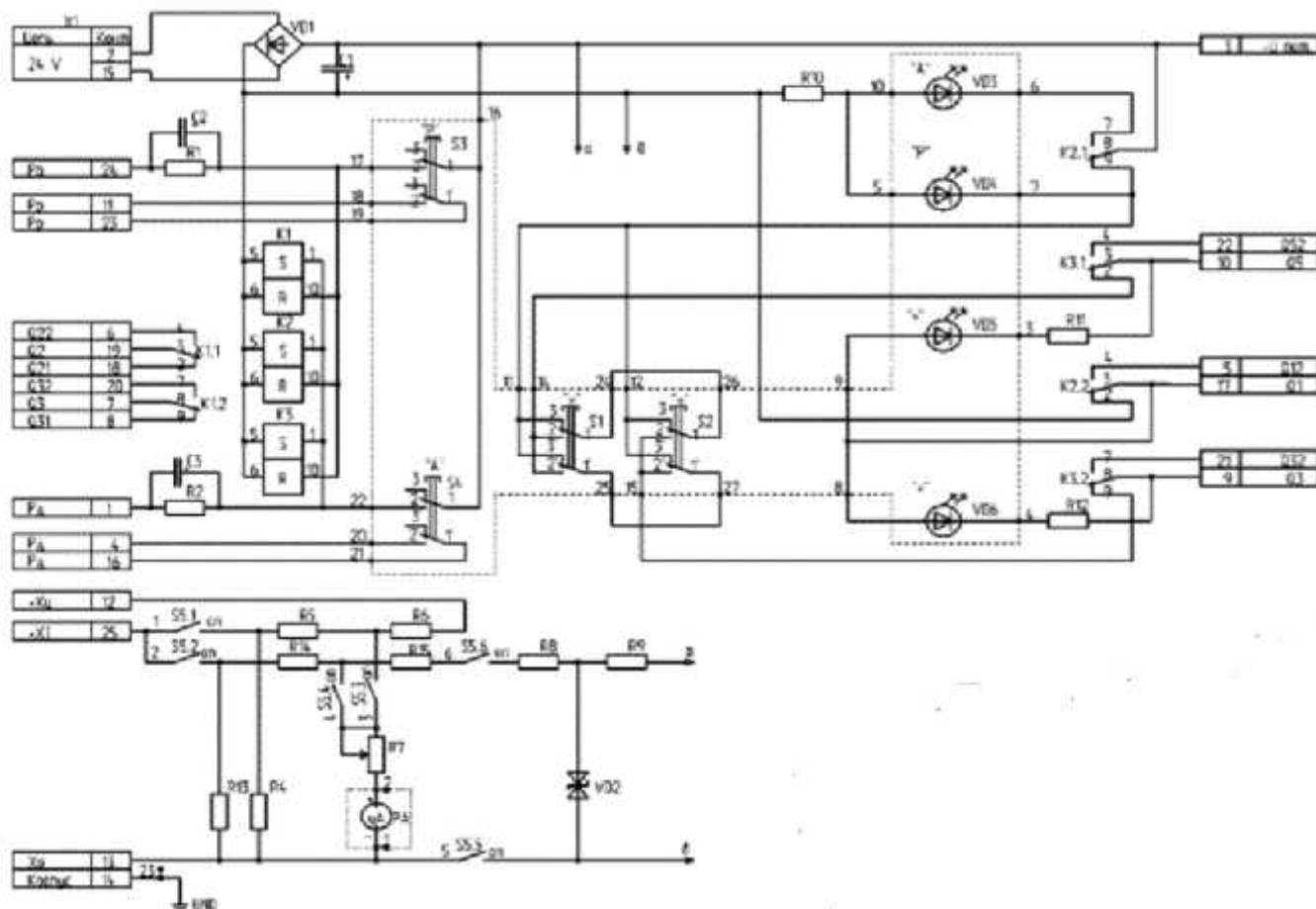


Рисунок - Схема электрическая принципиальная блока БРУ-42

Функциональные возможности блока БРУ-22.

Работа блока в принципе не отличается от БРУ-42, за исключением некоторых функций. Кнопка "►" позволяет переключать контакты реле блока в положение, изображенное на схеме. Переключение реле в противоположное состояние возможно при соединении контакта 31 с контактом 34 и нажатии кнопки "◄".

Дистанционное переключение реле блока возможно при попеременном замыкании и размыкании контактов 2-35, 2-36 или 2-37, 2-34.

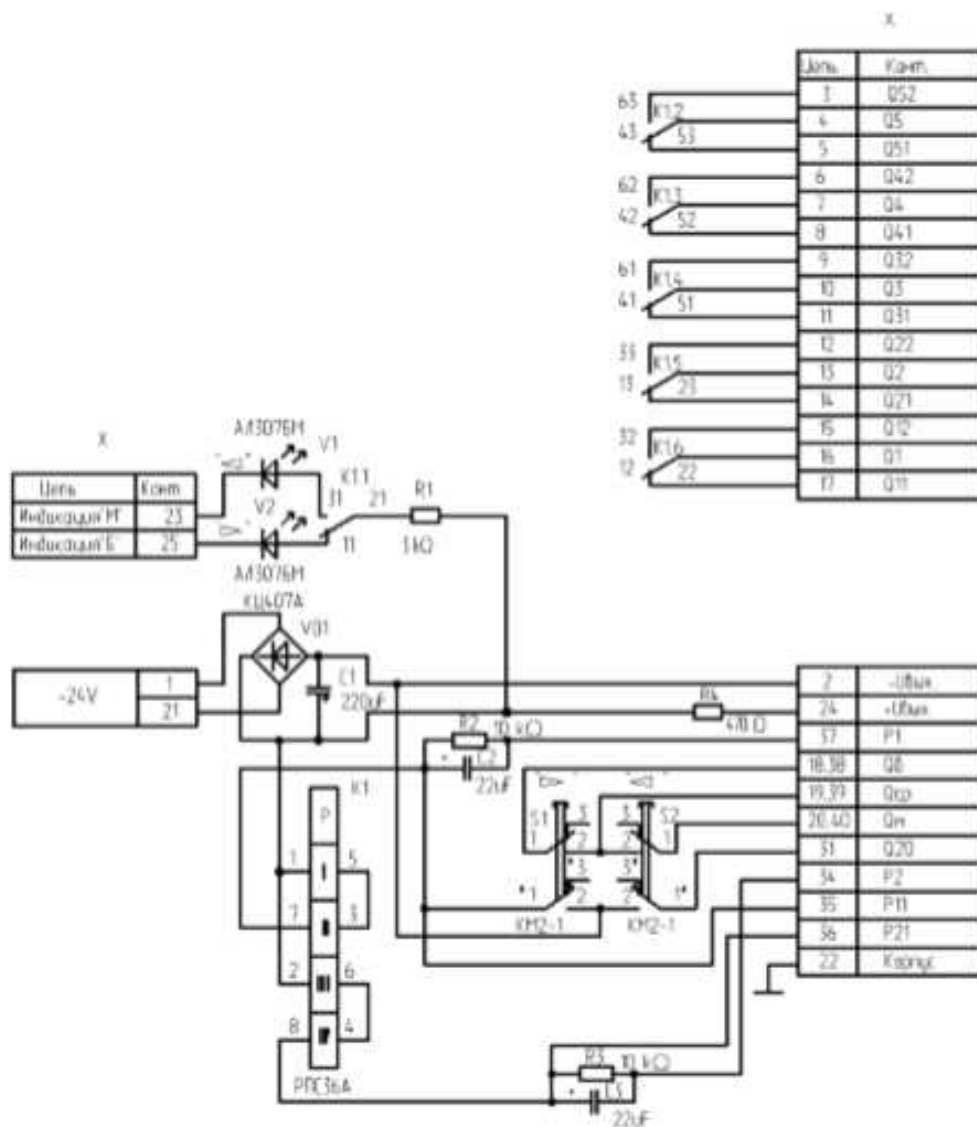


Рисунок - Схема электрическая принципиальная блока БРУ-22

Функциональные возможности блока БРУ-32.

Переключатель режимов предназначен для ручного переключения цепей управления. Нажатое и не нажатое положение переключателя имеют фиксацию. Нажатое, с поворотом против часовой стрелки, положение соответствует режиму управления "АВТОМАТИЧЕСКИЙ", не нажатое - режиму управления "РУЧНОЙ". Остальные функции аналогичны с блоком БРУ-42.

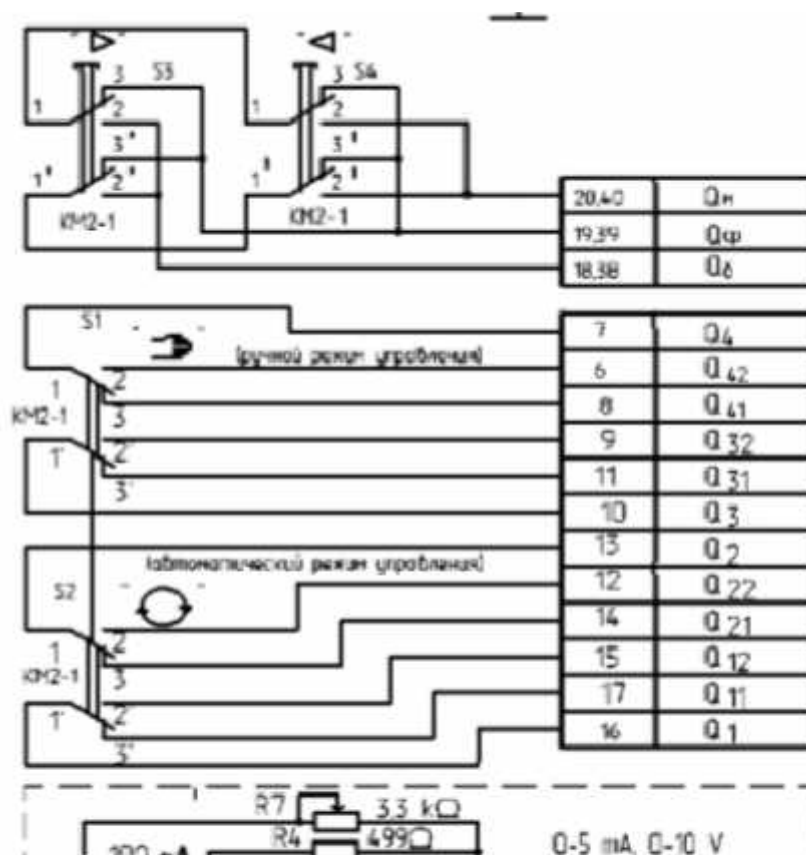


Рисунок – Схема электрическая принципиальная блока БРУ-32

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Разработать принципиальную схему подключения блока управления БРУ-42 и электрического регулятор.
2. Спроектировать принципиальную схему в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение блоков управления в системах автоматизации.
2. Перечислите функциональные возможности блоков БРУ-22, БРУ-32 и БРУ-42.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Разработка системы каскадного регулирования на базе регуляторов Р17 и Р27

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться проектировать схемы каскадного регулирования на базе регуляторов Р17 и Р27 в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить схемы электрические принципиальные регуляторов Р17 и Р27.
2. Изучить схемы подключения регуляторов Р17 и Р27.
3. Разработать схемы каскадного регулирования на базе регуляторов Р17 и Р27.
3. Спроектировать принципиальные схемы в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Аналоговый регулятор Р17.

Блок регулирующий аналоговый Р17 с непрерывным выходным сигналом предназначен для применения в схемах автоматического регулирования различных технологических процессов.

Блок выполняет следующие функции:

- алгебраическое суммирование входных сигналов постоянного тока;
- введение информации о заданном значении регулируемой величины;
- формирование выходного непрерывного электрического сигнала для воздействия на управляемый процесс в соответствии с одним из следующих законов регулирования: пропорциональным (П), пропорционально-дифференциальным (ПД), пропорционально-интегральным (ПИ), пропорционально-интегрально-дифференциальным (ПИД);
- ручное управление нагрузкой и безударное переключение режимов работы с ручного на автоматическое и обратно (в комплекте с внешним блоком управления);
- ограничение выходного сигнала;
- масштабирование входных сигналов;
- демпфирование сигнала отклонения;
- гальваническое разделение входных цепей друг от друга и от выходных цепей.

Электрическая принципиальная схема блока приведена на рисунке 1.

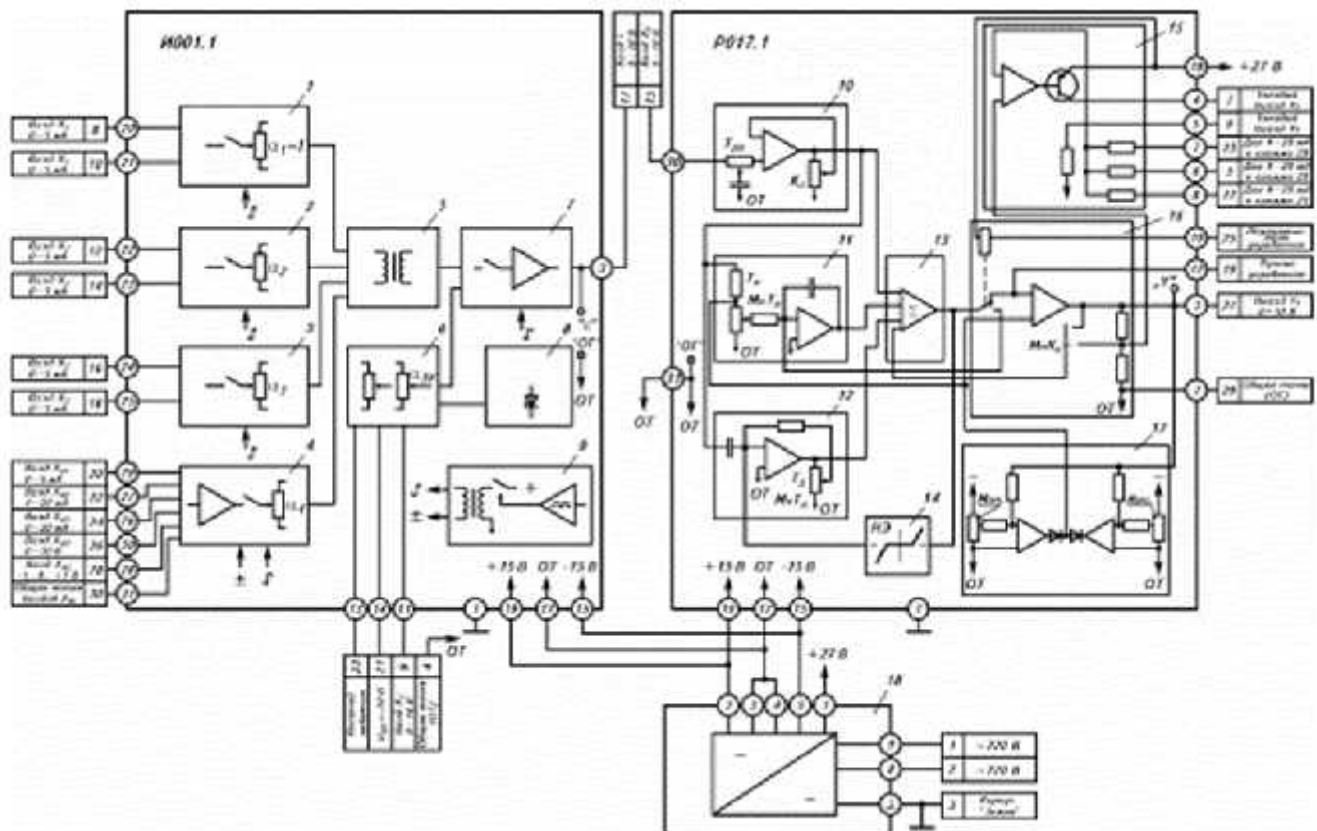


Рисунок 1 – Электрическая принципиальная схема Р17

Электрическая принципиальная схема блока Р17:

1-3 - модуляторы; 4 - усилитель-модулятор; 5 - сумматор; 6 - корректор; 7 - демодулятор-усилитель; 8 - источник опорного напряжения; 9 - генератор; 10 - входной усилитель; 11 - интегратор; 12 - дифференциатор; 13 - сумматор; 14 - нелинейный элемент; 15 - преобразователь напряжения в ток; 16 - выходной усилитель; 17 - ограничитель; 18 - источник питания ИПС01;

α_{1-4} - масштабные коэффициенты; y - внешнее задающее устройство; T_d - постоянная времени демпфирования; ОТ - общая точка; Кп - коэффициент изменения пропорциональности; T_i - постоянная времени интегрирования; Мн - множитель; T_d - постоянная времени дифференцирования

Измерительный модуль И001.1 осуществляет суммирование и масштабирование входных сигналов, введение информации о заданном значении регулируемой величины, формирование и усиление сигнала отклонения регулируемой величины от заданного значения.

Регулирующий модуль Р017.1 осуществляет формирование выходного непрерывного электрического сигнала блока в соответствии с П-, ПД-, ПИ- или ПИД-законами регулирования, двустороннее регулируемое ограничение выходного сигнала, демпфирование сигнала отклонения, а также в комплекте с внешним блоком управления ручное управление выходным сигналом и безударное переключение режимов работы.

Схема подключения регулятора Р17.

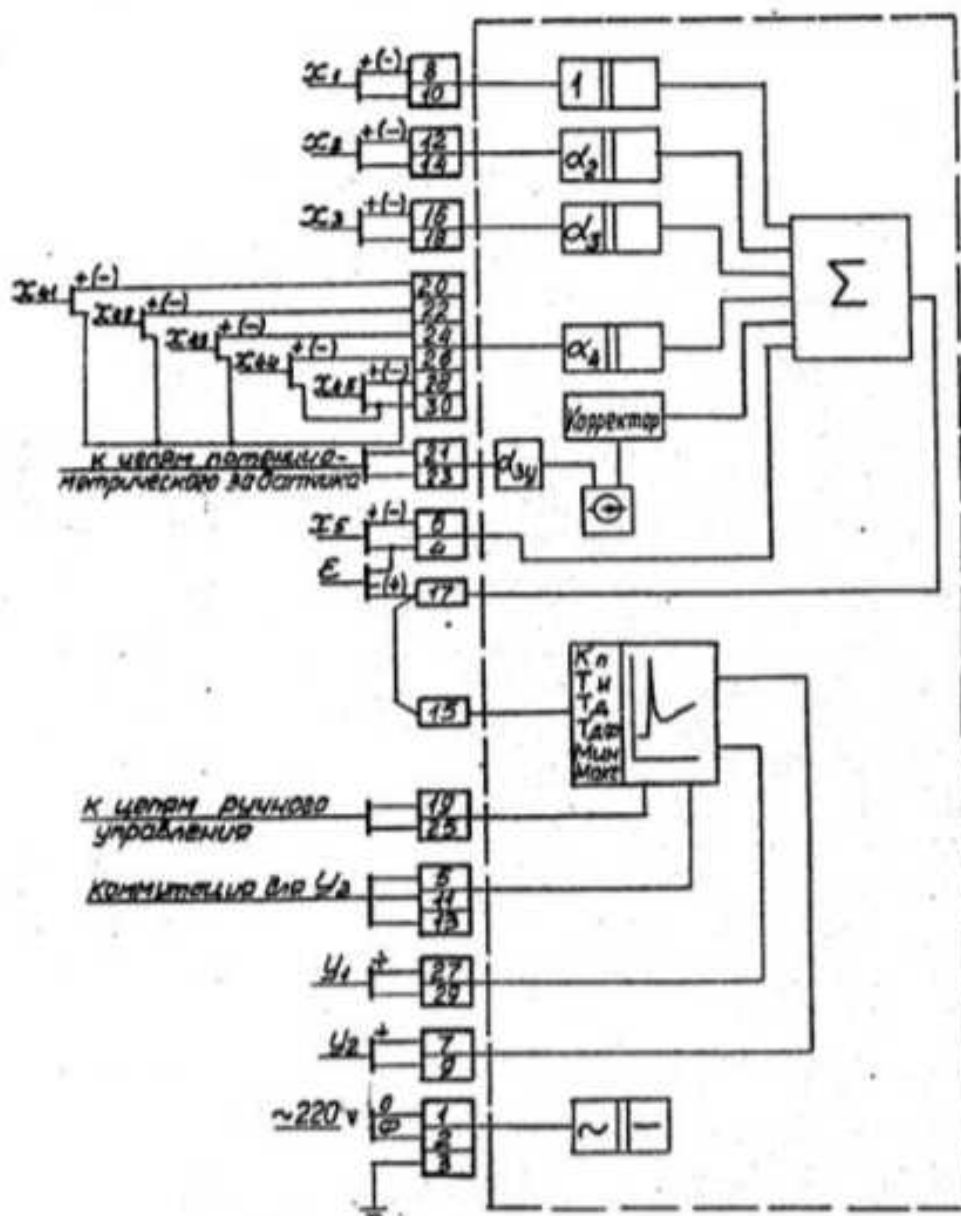


Рисунок 2 – Схема подключения блока Р17

Импульсный регулирующий блок Р27.

Блок регулирующий с импульсным выходным сигналом типа Р27 предназначен для применения в схемах автоматического регулирования технологических параметров в различных отраслях промышленности.

Блок выполняет следующие функции:

- суммирование унифицированных входных сигналов постоянного тока;
- введение информации о заданном значении регулируемой величины, формирование и усиление сигнала отклонения регулируемой величины от заданного значения;

- формирование выходного импульсного электрического сигнала для воздействия на управляемый процесс в соответствии с одним из следующих законов регулирования: пропорциональный (П) совместно с датчиком положения исполнительного механизма;
- пропорционально-интегральный (ПИ) совместно с исполнительным механизмом; пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) совместно с исполнительным механизмом; трехпозиционный и двухпозиционный;
- масштабирование входных сигналов;
- демпфирование сигнала отклонения;
- гальваническое разделение входных и выходных цепей, а также входных цепей друг от друга;
- индикация выходного сигнала;
- введение запрета на управление нагрузкой.

Принципиальная электрическая схема блока приведена на рисунке 3.

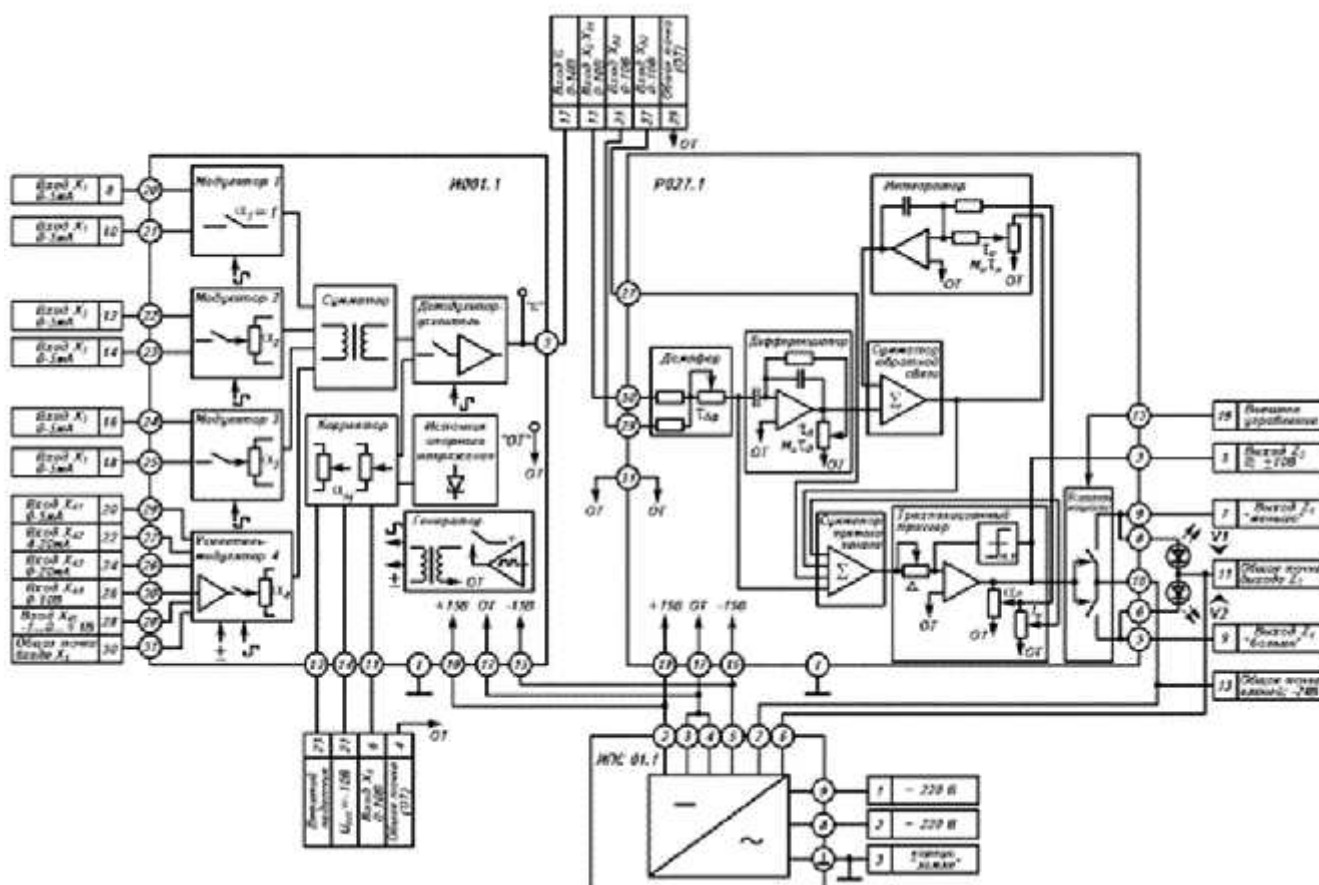


Рисунок 3 - Принципиальная электрическая схема

Измерительный модуль осуществляет суммирование и масштабирование входных сигналов, введение информации о заданном значении регулируемой величины, формирование и усиление сигнала отклонения регулируемой величины от заданного значения.

Регулирующий модуль осуществляет формирование выходных импульсных электрических сигналов блока Z1, Z2 в соответствии с ПИ, ПИД, трехпозиционным или двухпозиционным законами регулирования, демпфирование сигнала отклонения, гальваническое разделение входных и выходных цепей модуля, введение запрета на управление нагрузкой.

Исполнение регулирующего модуля, определяемое номинальными диапазонами изменения основных параметров настройки, и группа модуля, определяемая допускаемыми отклонениями указанных параметров от номинальных значений, соответствуют исполнению и группе блока (таблица 2).

К выходу Z1 регулирующего модуля подключены светодиоды V1, V2, расположенные на передней панели блока и являющиеся индикаторами выходного сигнала Z1.

Источник питания формирует напряжение постоянного тока для питания измерительного и регулирующего модулей.

Измерительный модуль содержит следующие функциональные узлы:

- модуляторы 1; 2; 3;
- усилитель-модулятор 4;
- сумматор;
- демодулятор-усилитель; узел корректора; источник опорного напряжения;
- генератор.

Модуляторы 1; 2; 3 преобразуют унифицированные сигналы постоянного тока 0 - плюс 5 мА (соответственно X1, X2, X3) в сигналы напряжения переменного тока. Сигналы X2, X3 умножаются при этом на масштабные коэффициенты соответственно 2, 3.

Усилитель-модулятор 4 суммирует сигналы постоянного тока X41 (0 - плюс 5 мА); X42 (плюс 4 - плюс 20 мА); X43 (0 - плюс 20 мА);

X44 (0 - плюс 10 В); X45 (минус 1 - 0 - плюс 1 В), преобразует их алгебраическую сумму в сигнал переменного тока и умножает на масштабный коэффициент 4.

Сигналы с выходов модуляторов 1; 2; 3 и усилителя-модулятора 4 суммируются сумматором, обеспечивающим гальваническое разделение всех суммируемых входных сигналов друг от друга и от выходного сигнала.

Выходные сигналы сумматора и узла корректора Xкор, а также входной сигнал постоянного тока X5 (0 - плюс 10 В) поступают на вход демодулятора-усилителя, который преобразует выходной сигнал сумматора в напряжение постоянного тока и суммирует все поступающие на него сигналы, формируя выходной сигнал модуля (сигнал отклонения).

Генератор формирует напряжение переменного тока практически прямоугольной формы частотой около 20 кГц для коммутации ключей модуляторов и демодулятора, а также напряжение

постоянного тока, гальванически изолированное от общего питания модуля, для питания усилителя-модулятора 4.

Источник опорного напряжения питает узел корректора и внешнее потенциометрическое задающее устройство, подключаемое к блоку.

Питание модуля осуществляется стабилизированным напряжением постоянного тока плюс 15 и минус 15 В, поступающим от источника питания ИПС01.1.

Регулирующий модуль содержит следующие функциональные узлы: демпфер, дифференциатор, сумматор прямого канала, трехпозиционный триггер, интегратор, сумматор канала обратной связи и усилитель мощности (рисунок 2).

Сумма входных сигналов X_{01} и X_{03} модуля преобразуются демпфером по апериодическому закону с постоянной времени t_d и поступает на вход сумматора прямого канала, где суммируется с входным сигналом X_{02} модуля. Выходной сигнал сумматора прямого канала управляет трехпозиционным триггером с зоной нечувствительности D .

Сумматор прямого канала и трехпозиционный триггер охвачены функциональной отрицательной обратной связью через апериодическое звено, представляющее собой интегратор с постоянной времени t_i , охваченный жесткой отрицательной обратной связью через сумматор канала обратной связи. При наличии сигналов на входе модуля в контуре, охваченном отрицательной функциональной связью, возникает режим периодических включений, в результате которых на выходе трехпозиционного триггера формируется последовательность импульсов, полярность и скважность которых зависит от полярности и величины входных сигналов модуля. Эти импульсы подаются на выход Z_2 модуля непосредственно, а на выход Z_1 - через усилитель мощности. В результате интегрирования выходных импульсов (например, исполнительным механизмом) формируется ПИ - закон регулирования. При этом постоянная времени интегрирования равна постоянной времени интегратора t_i , а коэффициент передачи p определяется степенью функциональной отрицательной обратной связи.

Длительность импульса t_i регулируется путем изменения степени жесткой положительной обратной связи, охватывающей трехпозиционный триггер через сумматор прямого канала.

В модуле предусмотрено также формирование дифференциальной составляющей закона регулирования для входных сигналов X_{01} и X_{03} . Для этого сумма указанных сигналов с выхода демпфера подается на вход дифференциатора, представляющего собой реальное дифференцирующее звено с постоянной времени t_d . Выходной сигнал дифференциатора поступает на вход сумматора обратной связи. В результате для входных сигналов X_{01} , X_{01} после интегрирования выходных импульсов модуля формируется ПИД-закон регулирования.

Питание модуля осуществляется от источника питания ИПС01.1 стабилизированным напряжением плюс 15 и минус 15 В и выпрямленным двухполупериодным напряжением со средним значением 24 В.

При отключенной дифференциальной составляющей для всех входных сигналов реализуется ПИ-закон регулирования. В модуле предусмотрена возможность отключения также и интегральной составляющей. В этом случае реализуются трехпозиционный и двухпозиционный законы регулирования. При охвате регулятора жесткой отрицательной обратной связью с выхода датчика положения выходного органа исполнительного механизма реализуется П-закон регулирования.

Схема подключения Р27.

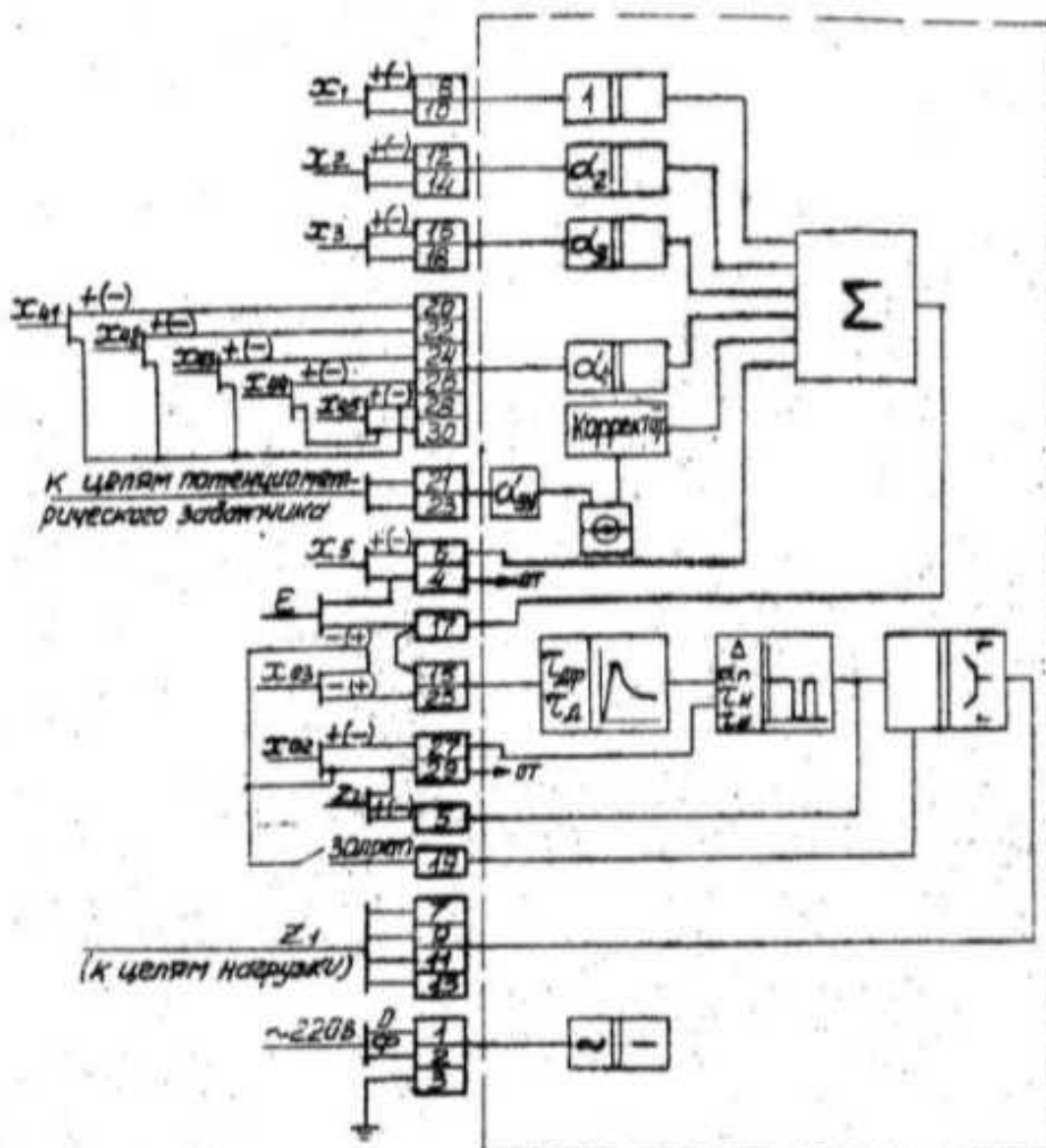


Рисунок 4 – Схема подключения блока Р27

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Разработать схемы каскадного регулирования на базе регуляторов Р17 и Р27: системы регулирования соотношения «газ-воздух» с коррекцией по анализу дымовых газов.
2. Спроектировать схемы каскадного регулирования в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите функциональные возможности блоков Р17 и Р27.
2. Опишите принципиальные схемы блоков Р17 и Р27.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Изучение схемы подключения задатчиков типа ЗУ-11 и ЗУ-05

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться проектировать схемы подключения задающих устройств типа ЗУ-11 и ЗУ-05 в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить схемы электрические принципиальные задающих устройств.
2. Изучить подключение задающих устройств типа ЗУ-11 и ЗУ-05.
3. Разработать принципиальную схему подключения задающих устройств типа ЗУ-11 и ЗУ-05 к электрическому регулятору.
3. Спроектировать принципиальную схему подключения задающих устройств к электрическому регулятору в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Задающее устройство ЗУ-11

Устройство задающее потенциометрическое ЗУ-11 предназначено для применения в схемах автоматического регулирования в качестве вспомогательного устройства к регулирующим приборам ручного потенциометрического задатчика.

Устройство задающее потенциометрическое ЗУ-11 конструктивно выполнено в едином корпусе. На лицевую панель устройства вынесена шкала потенциометрического задатчика с ручкой управления. Выходной клеммник выполнен на штепсельном разъеме. Монтаж щитовой, утопленный на вертикальной, горизонтальной или наклонной плоскости. Крепление устройства к плоскости щита осуществляется двумя винтами.

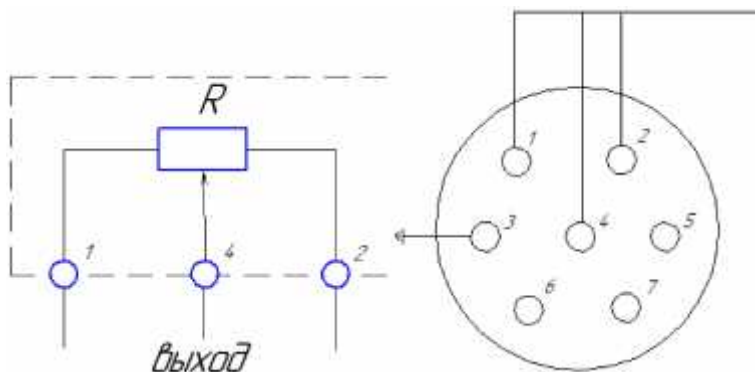


Рисунок 1 – Схема ЗУ-11

Рисунок 2 – Схема подключения

Устройство задающее токовой ЗУ-05

Предназначено для применения в системах автоматического регулирования производственных процессов в качестве ручного токового задатчика. На передней панели размещена ручка «Задание», при помощи которой устанавливается выходной ток устройства в пределах 0-5 мА, оцениваемый по шкале 0-100 %.

Принципиальная схема.

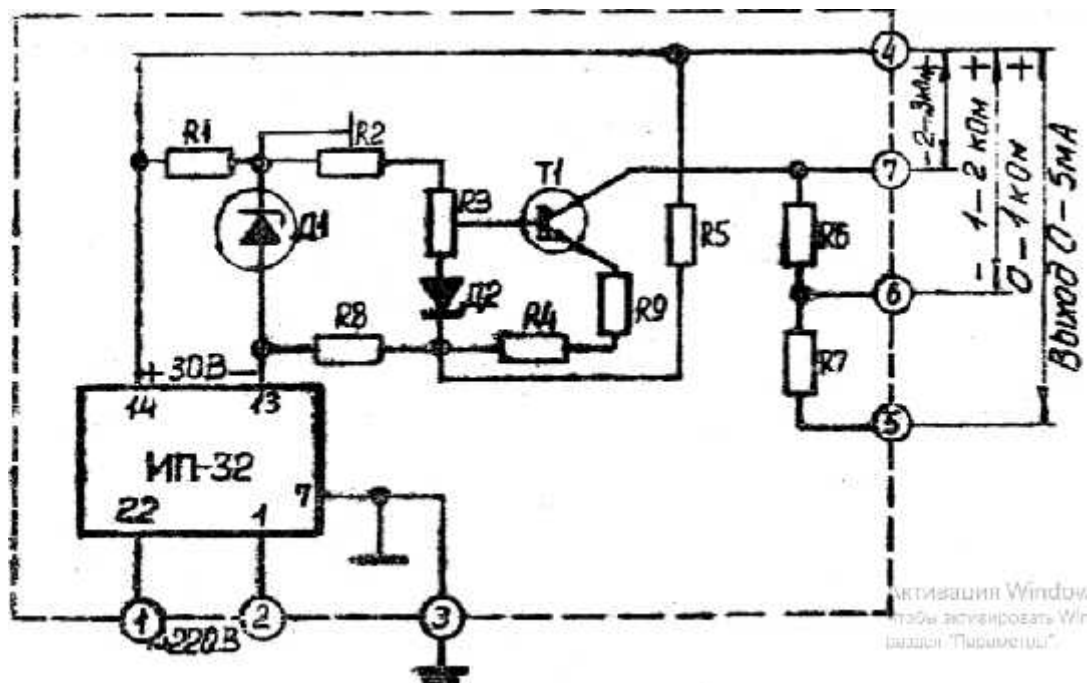


Рисунок 3 – Принципиальная схема задающего устройства ЗУ-05

ЗУ-05 представляет собой регулируемый источник постоянного тока, выполненный на транзисторе Т1, включенном по схеме с общим эмиттером. Рабочая точка транзистора стабилизирована с помощью последовательной отрицательной обратной связи (резистор R4), которая одновременно повышает выходное сопротивление усилителя. Нагрузка включается в коллекторную цепь транзистора – на клеммы 4-5, 4-6, 4-7 в зависимости от величины сопротивления нагрузки. Резисторы R6, R7 являются балластными. Выходной сигнал снимается с движка потенциометра R8.

Питание цепей нагрузки и входных цепей транзистора осуществляется от источника питания ИП-32.

Питание входных цепей стабилизировано с помощью стабилитрона Д1, рабочий ток в который задается резистором R1. Для компенсации динамического сопротивления стабилитрона Д1 применена мостовая схема (R1, R4, R5, Д1). С помощью подстроечного резистора R2 устанавливается необходимый диапазон действия ручки потенциометра R8.

Источник питания ИП-32 содержит силовой трансформатор. На первичную обмотку трансформатора через клеммы 1-22 модуля подается напряжение переменного тока 220В. Ко вторичной обмотке подключается выпрямительный мост Д1. Выпрямленное напряжение фильтруется конденсатором С1 и подается на клеммы 14-13 модуля. Клемма 7 соединяется с землей.

Diagram illustrating a circular layout with 7 nodes (1-7) and distance labels:

- Node 1 is labeled "NUTCHUC ~2200, 50Fu".
- Distances from Node 1 to other nodes are indicated by arrows:
 - 1 to 4: 0-1kOM
 - 1 to 6: 1-2kOM
 - 1 to 7: 2-3kOM

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

- ## 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 52

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Изучение схем подключения блоков управления БУ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться проектировать схемы подключения блоков управления типа БУ-12 и БУ-21 в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить схемы электрические принципиальные блоков управления типа БУ-12 и БУ-21.
2. Изучить подключение блоков управления типа БУ-12 и БУ-21.
3. Разработать принципиальные схемы подключения блоков типа БУ-12 и БУ-21 в схемах автоматического управления и регулирования.
3. Спроектировать принципиальные схемы в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Блок управления аналогового регулятора БУ-12.

Блок управления аналогового регулятора БУ12 предназначен для применения в схемах автоматического регулирования технологических параметров в качестве блоков управления, а также вспомогательных устройств к регулирующим приборам.

Функциональные возможности:

- безударное переключение цепей нагрузки аналогового регулирующего прибора с автоматического управления на ручное и обратно;
- ручное управление током нагрузки;
- контроль тока нагрузки (с помощью внешнего миллиамперметра 0...5 мА; $R_{вн}$ — не более 50 Ом).

Принципиальная схема.

Блок содержит два синхронно работающих, но гальванически развязанных регулируемых источника тока.

Питание регулируемых источников тока осуществляется от источника питания ИП-31, содержащего два гальванически изолированных выпрямителя. Каждый из двух источников тока представляет собой однокаскадный усилитель постоянного тока, выполненный соответственно на транзисторах Т1 и Т2, включенных по схеме с общим эмитером. Рабочие точки транзисторов

стабилизированы с помощью последовательной отрицательной обратной связи (резисторы R8 и R12), которая одновременно повышает выходное сопротивление усилителей. Нагрузка включается в коллекторные цепи соответствующего усилителя: для транзистора T1 – к клеммам 11-12 через балластный резистор R11, для транзистора T2 – к клеммам 17-18, 17-19, 17-20 (в зависимости от величины сопротивления нагрузки). Резисторы R15, R16 являются балластными. Входной сигнал усилителя снимается с движков спаренного потенциометра R4a-R4б.

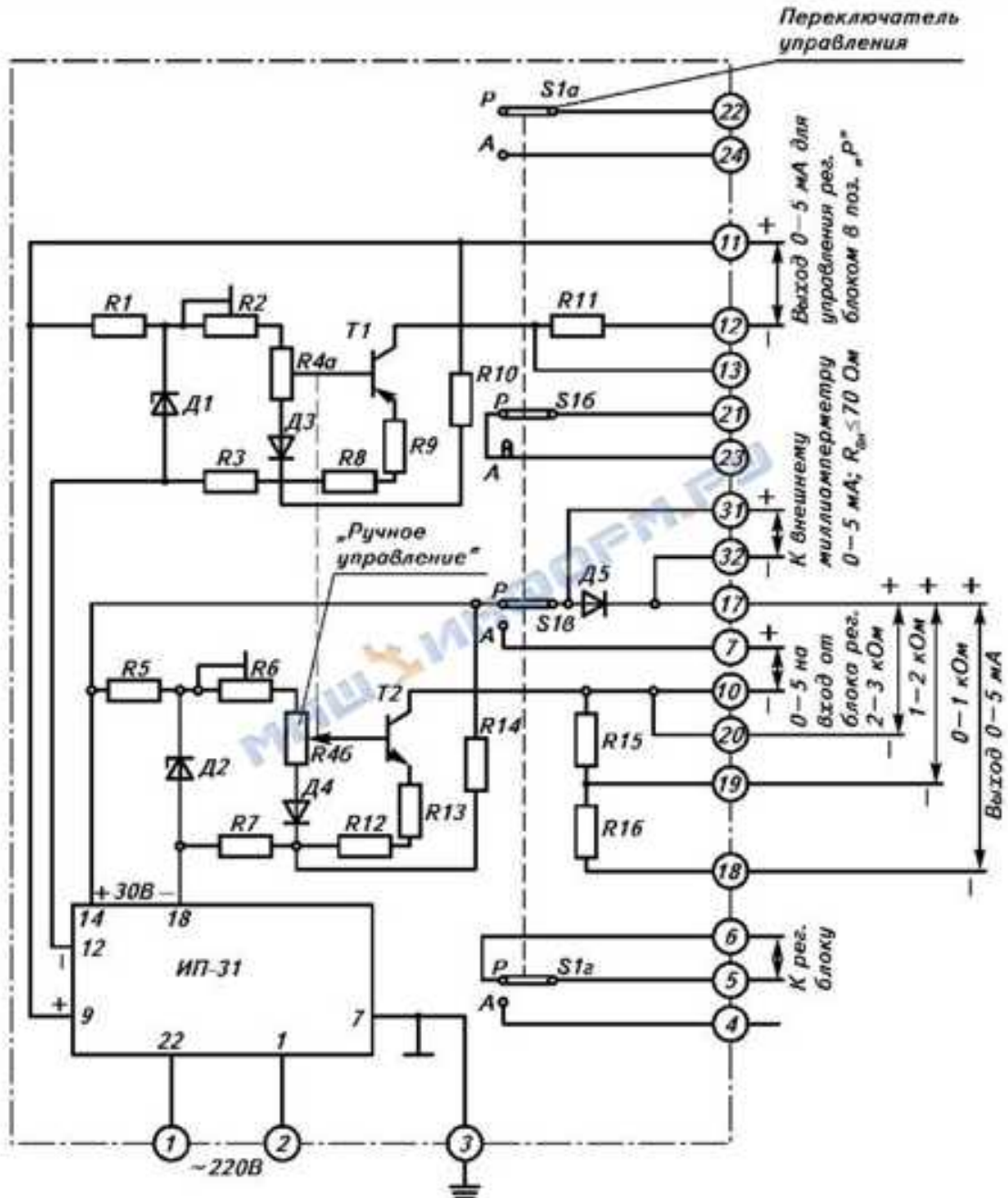


Рисунок 1 – Принципиальная схема блока БУ-12

Питание входных цепей стабилизировано с помощью стабилитронов Д1 и Д2. Рабочий ток стабилитронов задается соответственно резисторами R1 и R5. Для компенсации динамического

Источник питания типа ИП-31 содержит силовой трансформатор. На первичную обмотку трансформатора подается напряжение переменного тока 220 В. Ко вторичным обмоткам подключены полупроводниковые выпрямительные мосты. Выпрямленное напряжение фильтруется конденсаторами и подается на клеммы модуля.

55

Блокуправления релейного регулятора БУ-21.

Блок управления релейного регулятора БУ-21 предназначен для ручного переключения управления с нагрузкой релейного регулирующего блока с автоматического «А» на ручное «Р» или внешнее «В» для коммутации цепей ручного управления.

Блок управления БУ 21 конструктивно выполнен в одном корпусе и крепится к плоскости двумя винтами.

На лицевую панель блока управления вынесены:

- световые индикаторы «Б» - больше и «М» - меньше;
- кнопка индикации «И»;
- кнопки ручного управления в сторону «Б» и «М»;
- переключатель управления нагрузкой на три фиксированных положения: «А» - автоматическое, «Р» - ручное и «В» - внешнее.

Электрическая принципиальная схема блока управления БУ 21.

SA1, SA2, SA3, SA4 - переключатели;

VD1, VD2 - светодиоды;

VD3, VD4 - диоды;

R1 - сопротивление;

1-32 - КОНТАКТЫ

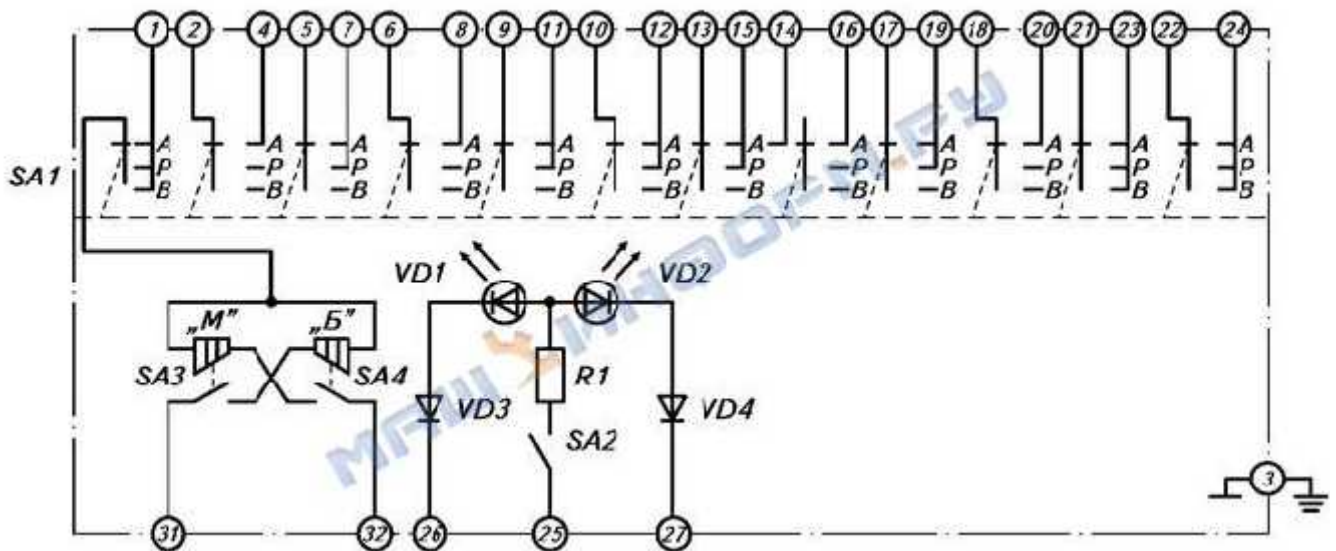


Рисунок 3 - Принципиальная схема блока управления БУ 21

Выходная клеммная колодка блока выполнена на штепсельном разъеме:

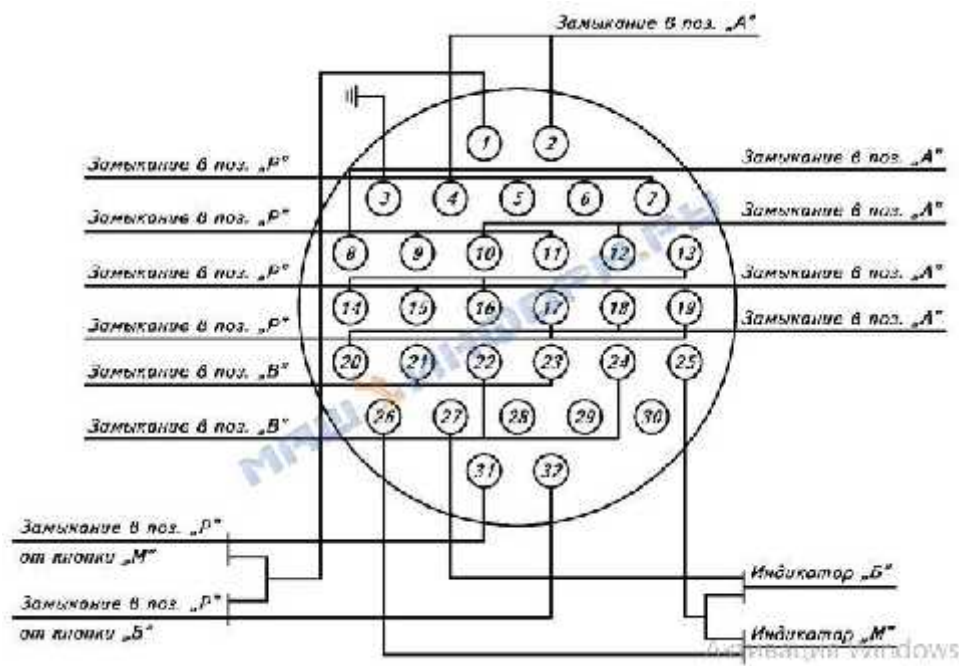


Рисунок 4 - Схема внешних соединений блока БУ-21

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Разработать принципиальную схему подключения блока управления БУ-21 и электрического регулятор.
2. Спроектировать принципиальную схему в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение блоков управления в системах автоматизации.
2. Перечислите функциональные возможности блоков БУ-12 и БУ-21.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Разработка системы регулирования температуры на базе регулятора РС 29

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться проектировать схемы автоматического регулирования температуры на базе регулятора РС 29 в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить схемы электрические принципиальные регуляторов РС29.
2. Изучить схемы подключения регуляторов РС29.
3. Разработать схемы автоматического регулирования температуры на базе регулятора РС 29.
3. Спроектировать принципиальные схемы в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Регулирующие приборы типа РС29 предназначены для формирования пропорционально-интегрального или пропорционально-интегрально-дифференциального закона регулирования совместно с электрическим исполнительным механизмом постоянной скорости.

Приборы РС29М широко применяются в системах автоматизации объектов промышленной энергетики и теплоснабжения, а также на более мощных энергетических установках. Работают обычно в комплекте с усилителями У29.3М.

Функциональные возможности:

- регулирование по ПИ, П и трехпозиционному; двухпозиционному законам регулирования, а при использовании динамического преобразователя по ПИД закону;
- переключение вида управления с автоматического на ручное и обратно; ручное управление исполнительным механизмом;
- сигнализация предельных отклонений регулируемой величины от заданного значения;
- цифровая индикация одного из четырех параметров по выбору (для исполнений с цифровой индикацией):
 - 1) заданного значения регулируемой величины;
 - 2) отклонения регулируемой величины от заданного значения;
 - 3) положения исполнительного механизма;

4) дополнительного параметра.

Регулирующие приборы типа РС29.2.

Приборы типа РС29.2 предназначены:

- для поддержания постоянного заданного значения разности температур (температуры) в системах автоматического регулирования различных теплотехнических процессов и системах горячего водоснабжения (исполнения РС29.2.22М, РС29.2.23М);

- для регулирования разности температур теплоносителей (температуры теплоносителя) в нелинейной (линейной) зависимости от температуры наружного воздуха в системе регулирования отопительных котельных на ЦТП и т.п. (исполнения РС29.2.32М, РС29.2.33М).

Подключение прибора РС29.2М.

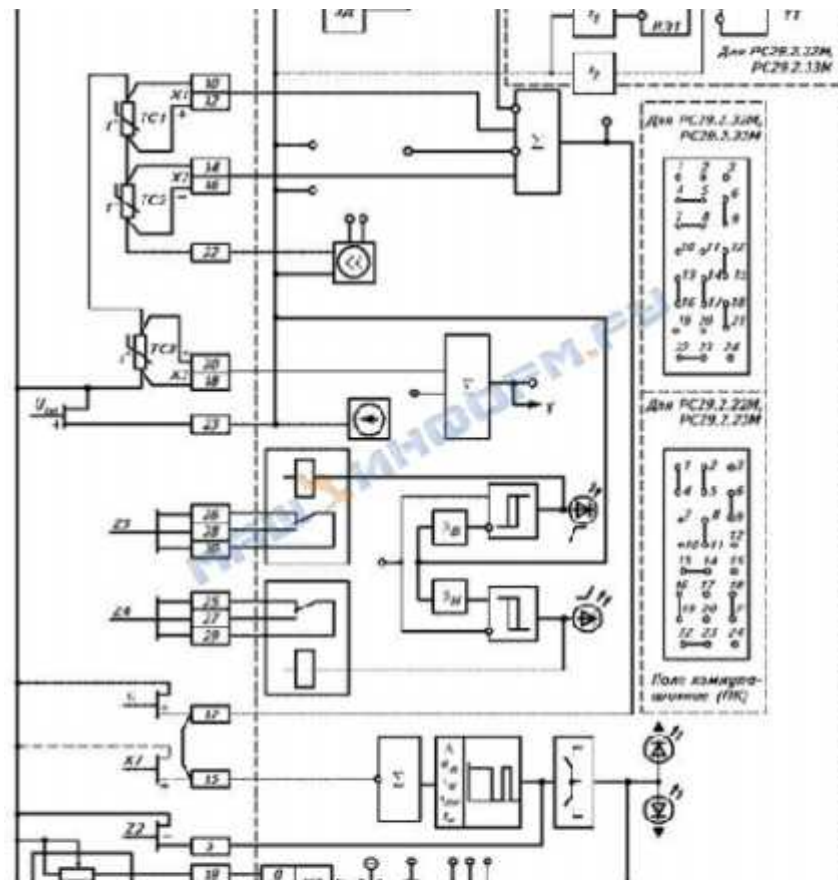


Рисунок 1 - Схема подключения прибора РС29.2М

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Разработать схемы автоматического регулирования температуры на базе регулятора РС 29.2М.
2. Спроектировать схемы автоматического регулирования температуры в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите функциональные возможности блоков РС29.М.
2. Опишите схему подключения прибора РС29.2М.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Изучение устройства ПИД-регулятора ТРМ-210 с интерфейсом RS-485

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Настройка ПИД-регулятора ТРМ-210 с интерфейсом RS-485

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство и работу регулятора ОВЕН ТРМ210, а также настройку регулятора.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить функциональную схему прибора ОВЕН ТРМ210.
2. Изучить схему подключения ТРМ210.
3. Используя инструкцию на прибор ОВЕН ТРМ210 (приложение А), изучить схему программирования прибора.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Прибор предназначен для измерения и автоматического регулирования температуры (при использовании в качестве датчиков термометров сопротивления ТС или термоэлектрических преобразователей ТП), а также других физических параметров, значения которых могут быть преобразованы датчиками в унифицированный сигнал постоянного тока или напряжения. Информация о любом из измеренных параметров отображается на встроенном четырехразрядном цифровом индикаторе ЦИ.



Рисунок 1 – Внешний вид ПИД-регулятора ТРМ210 с интерфейсом RS-485

Прибор позволяет выполнять следующие функции:

- измерение температуры или другой физической величины;
 - обработку входных сигналов:
- 1) цифровую фильтрацию и коррекцию;
 - 2) масштабирование унифицированного сигнала для отображения на индикаторе физической величины;
 - 3) вычисление и индикацию квадратного корня из измеряемой величины.
 - регулирование измеряемой величины по ПИД-закону путем импульсного или аналогового управления или по двухпозиционному закону;
 - автонастройку ПИД-регулятора на установленном объекте;
 - ручное управление выходной мощностью ПИД-регулятора;

- определение аварийной ситуации при выходе измеряемого параметра за заданные границы и при обрыве в контуре регулирования;
- обнаружение ошибок работы и определение причины неисправности;
- регистрацию данных на ПК и конфигурирование прибора с компьютера через интерфейс RS-485;
- дистанционное управление процессом регулирования (запуск/остановка).

Функциональная схема прибора.

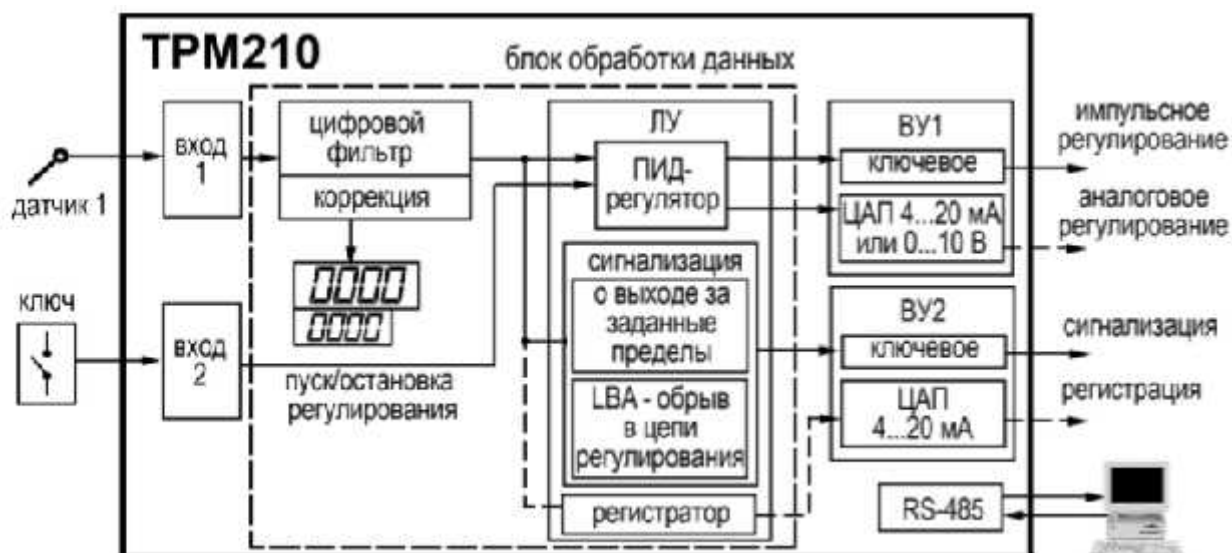


Рисунок 2 - Функциональная схема TPM210

Прибор имеет один универсальный вход и один дискретный вход управления. В процессе работы прибор опрашивает входные датчики, вычисляя по полученным данным текущие значения измеряемых величин, отображает их на цифровом индикаторе и выдает соответствующие сигналы на выходное устройство (ВУ).

Прибор содержит:

- универсальный вход для подключения первичных преобразователей (датчиков);
- дополнительный вход для дистанционного управления процессом регулирования;
- блок обработки данных, предназначенный для цифровой фильтрации, коррекции, регистрации и регулирования входной величины и включающий в себя устройства сигнализации;
- два ВУ, которые в зависимости от модификации прибора могут быть ключевого или аналогового типа;

- два цифровых индикатора для отображения регулируемой величины и ее уставки.

Режим автонастройки.

При автонастройке прибор вычисляет оптимальные для данного объекта значения коэффициентов ПИД-регулирования, а также постоянную времени цифрового фильтра и период следования управляющих импульсов.



Рисунок 3 – График переходного процесса после подачи возмущения

Элементы управления.

Два цифровых индикатора в режиме РАБОТА отображают:

- верхний индикатор – текущее значение регулируемой величины;
- нижний индикатор – значение ее уставки.



Рисунок 4 – Лицевая панель регулятора ТРМ210

В режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ цифровые индикаторы отображают название и значение программируемого параметра.

Общая схема подключения ТРМ210.

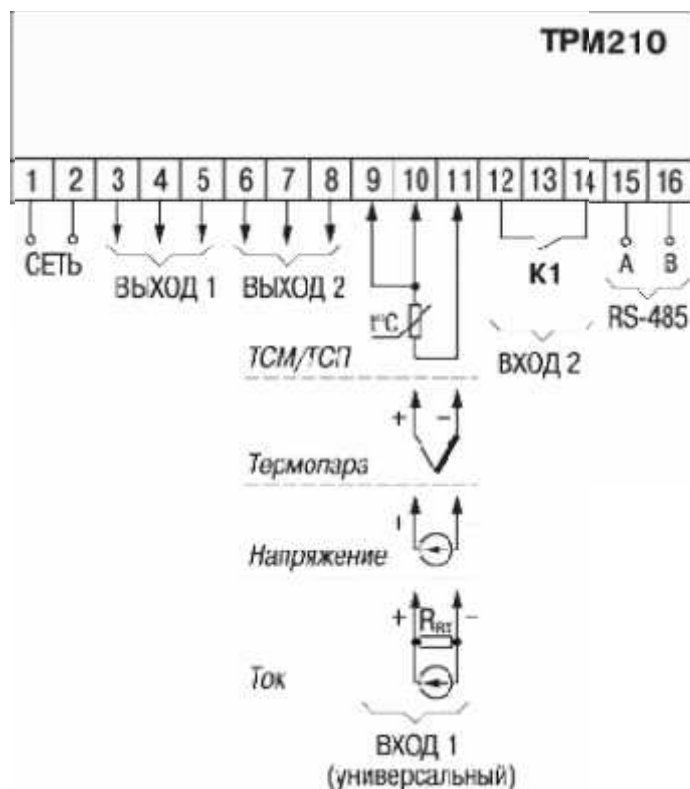


Рисунок 5 – Схема подключения ТРМ10

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Изучите функциональную схему прибора ОВЕН ТРМ210.
2. Изучите систему контроля и регулирования системы отопления на лабораторном стенде:



Рисунок 6 – Лабораторный стенд «Системы контроля и регулирования систем отопления»

Лабораторный стенд включает следующее оборудование:

1. Электрический водонагреватель ЭВАН 3 кВт
2. Расширительный бак UNIPRESS
3. Насос циркуляционный ТАIFU 25/6
4. Группа безопасности с манометром
5. Радиатор алюминиевый
5. Термометр Т 63/50 WATTS
6. Термопреобразователь сопротивления дТС014-50М-ВЗ.20/1.
7. Измеритель ПИД-регулятор ОВЕН ТРМ 210
8. Твердотельное реле SSR – 10 DA
9. Радиатор однофазный до 20А РТР060
10. Автомат защитного отключения УЗО ВД1-63 230В
11. Блок розеток РА 16-245

3. Включите лабораторный стенд «Системы контроля и регулирования систем отопления.
4. Изучите элементы индикации и управления на лицевой панели прибора ОВЕН ТРМ210.

5. Произведите настройку прибора ОВЕН ТРМ210 (используя Приложение А):

а) Установите параметры входа:

- код типа датчика;
- точность вывода температуры;
- диапазон измерения.

б) Установите параметры процесса регулирования:

- задание уставки регулируемой величины;
- уставку режима регулирования (ПИД-регулирование);
- уставку способа управления.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите функциональные ОВЕН ТРМ210.
2. Опишите функциональную схему прибора ТРМ210.
3. Перечислите порядок настройки прибора ТРМ210.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Изучение схем подключения бесконтактных пускателей ПБР-2М

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство, работу и схемы подключения бесконтактных пускателей ПБР-2М.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить принцип работы пускателя ПБР-2М.
2. Изучить схемы подключения пускателя ПБР-2М.
3. Спроектировать схемы подключения пускателя ПБР-2М в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-2М

Пускатель предназначен для бесконтактного управления электрическим исполнительным механизмом с однофазным конденсаторным электродвигателем и имеет две модификации: ПБР-2М и ПБР-2М1.

Пускатель ПБР-2М - для механизмов, имеющих электромагнитный тормоз, а ПБР-2М1 - для механизмов, имеющих механический тормоз.

Электрическое питание пускателя осуществляется от сети однофазного переменного тока с номинальным напряжением 220, 230 или 240 В и частотой 50 или 60 Гц.

Устройство и принцип работы ПБР-2М.

Пускатель состоит из платы, кожуха и передней панели.

На передней панели расположены две клеммные колодки для подключения пускателя к внешним цепям, а также винт заземления. Клеммные колодки закрываются крышками.

На плате устанавливаются элементы схемы пускателя. Плата вставляется в кожух и закрепляется двумя винтами.

Пускатель рассчитан на установку на вертикальной или горизонтальной плоскости. Положение в пространстве – любое.

Принцип работы пускателя.

Схема пускателя состоит из схемы управления бесконтактными ключами, силовой схемы, коммутирующей напряжение питания механизма, и источника питания для дистанционного управления пускателем.

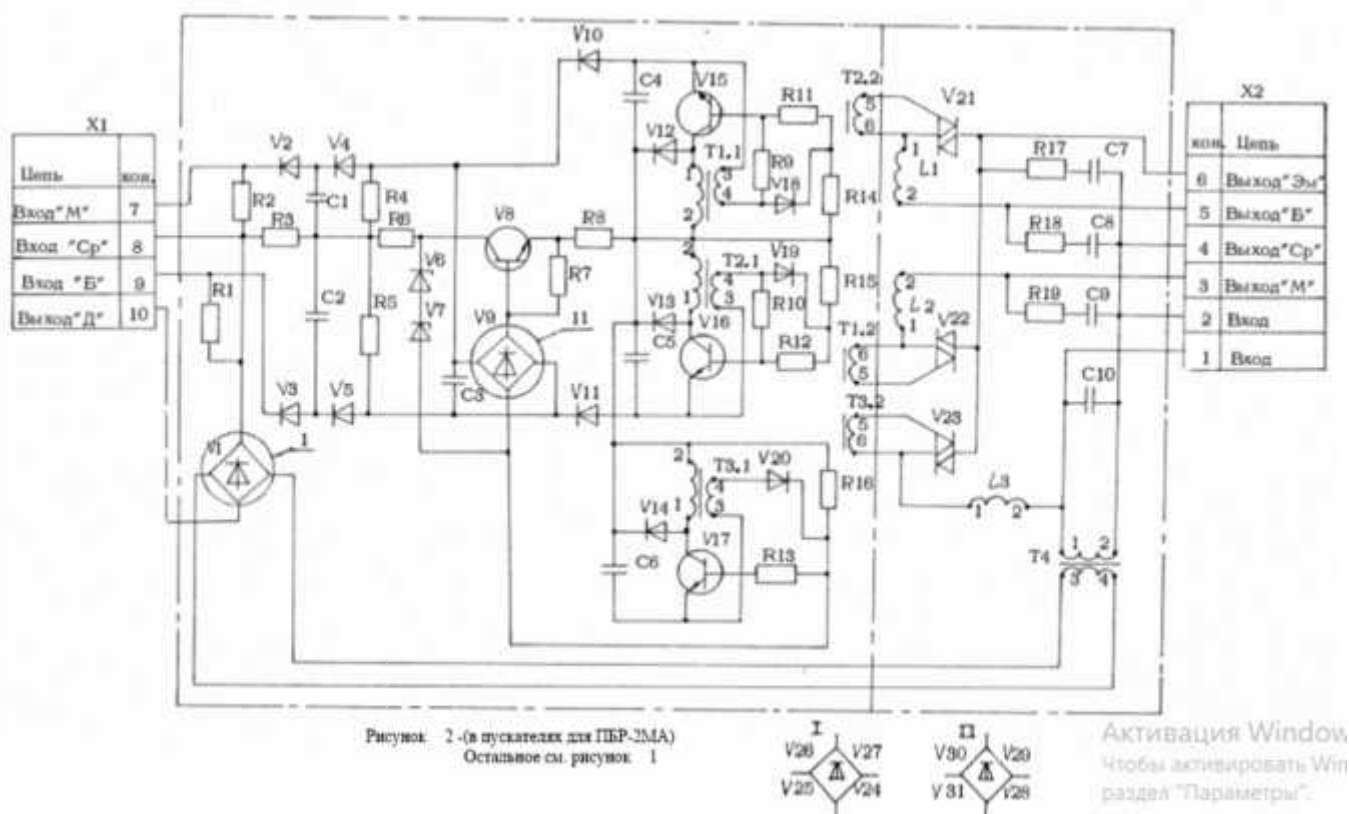


Рисунок – Схема электрическая принципиальная пускателя ПБР-2М

В схеме управления резисторы R1, R2 задают входное сопротивление пускателя при малом уровне входного сигнала. Резистор R3 ограничивает бросок входного тока при подаче сигнала управления на вход пускателя. Конденсаторы C1, C2 и диоды V2, V3 сглаживают пульсацию управляющего сигнала. Транзистор V8, резисторы R4, R5 и диодная матрица V9 исключают включение блокинг-генераторов при подаче сигнала управления на оба входа.

Стабилитроны V6, V1 предназначены для защиты транзистора V8 от пробоя при перегрузке пускателя по входному сигналу.

Блокинг-генераторы, формирующие импульсы управления симисторами, состоят из транзисторов V15 - V17 (V15, V16), диодов V12 - V14 (V10 - V13), V18 - V20 (V18, V19), трансформаторов T1 - T3 (T1, T2), конденсаторов C4 - C6 (C4, C5), резисторов R8 - R16.

В силовой схеме симисторы V21 - V23 (V21, V22) коммутируют напряжение, от которого осуществляется электрическое питание механизма, а конденсаторы C7 - C9 (C8, C9) и

Методические рекомендации по проведению практических занятий

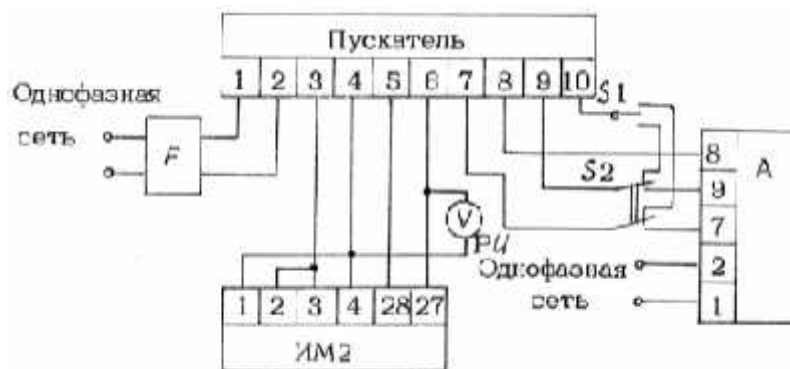


Рисунок 3 - Схема внешних соединений пускателей ПБР-2М, ПБР-2МА с механизмами, имеющими электромагнитный тормоз

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Изучить схемы подключения пускателя ПБР-2М.
2. Спроектировать схемы подключения пускателя ПБР-2М в программе КОМПАС, используя прикладные библиотеки.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите функциональные бесконтактных пускателей в системах регулирования и управления.
2. Опишите электрическую принципиальную схему пускателя ПБР-2М.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Настройка механизмов МЭО

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство и работу механизмов МЭО, а также произвести его настройку и регулировку.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить устройство и работу механизмов МЭО в лаборатории.
2. Произвести настройку и регулировку механизма МЭО.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Устройство и работа МЭО.

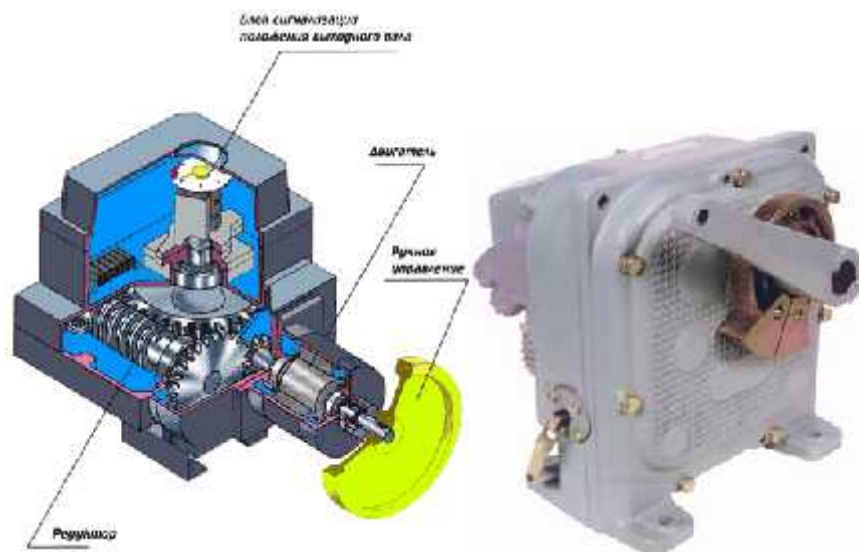


Рисунок 1 – Механизм МЭО

Редуктор

Редуктор является основным узлом механизмов для понижения частоты вращения и повышения крутящего момента, создаваемого электроприводом до требуемого значения на выходном валу механизмов.

В корпусе редуктора размещена червячная передача, которая через промежуточные шестерни связана с электроприводом.

Электропривод

Электропривод служит для передачи вращения через редуктор и создания требуемого крутящего момента на выходном валу механизма и обеспечения точной остановки выходного вала.

Электропривод включает в себя электрический низкооборотный синхронный трехфазный электродвигатель или однофазный электродвигатель, и подтормаживающее устройство, состоящее из кольца, кольца тормозного, кольца фрикционного и пружины. Подтормаживающее устройство предназначено для уменьшения величины выбега выходного вала. Однофазные электродвигатели оснащены фазосдвигающим устройством (блоком конденсаторов) и резистором, которые размещаются в корпусе редуктора.

Работа электродвигателя основана на использовании в качестве рабочего поля зубцовых гармоник, вызванных периодическим изменением магнитной проводимости рабочего зазора из-за зубчатого строения статора и ротора.

При перезагрузке электродвигателя, вызванной нагружением вала механизма крутящим моментом, значительно превышающим номинальной (например, при неправильном выборе механизма по крутящему моменту, при работе механизма на «упор» или при заедании регулирующего органа арматуры) электродвигатель выйдет из синхронизма и издает шум, похожий на шестеренчатый треск. Это явление возможно также при ударах по электродвигателю при небрежной транспортировке и монтаже механизма, так как в этом случае нарушается равномерность воздушного зазора между ротором и статором.

Блок сигнализации положения

Блок сигнализации положения предназначен для преобразования положения выходного сигнала механизма в пропорциональный электрический сигнал и сигнализации о крайних и промежуточных его положениях. В механизмах может быть установлен один из блоков:

Тип блока сигнализации положения (датчика) выходного вала: И – индуктивный (БСПИ) Р – реостатный (БСПР) У – токовый (БСПТ, БСПТ – ИВТ6) М – блок концевых выключателей (БКВ, БСП – ИВТ6)

Концевые выключатели используются для сигнализации положения выходного вала и остановки его в крайних положениях.

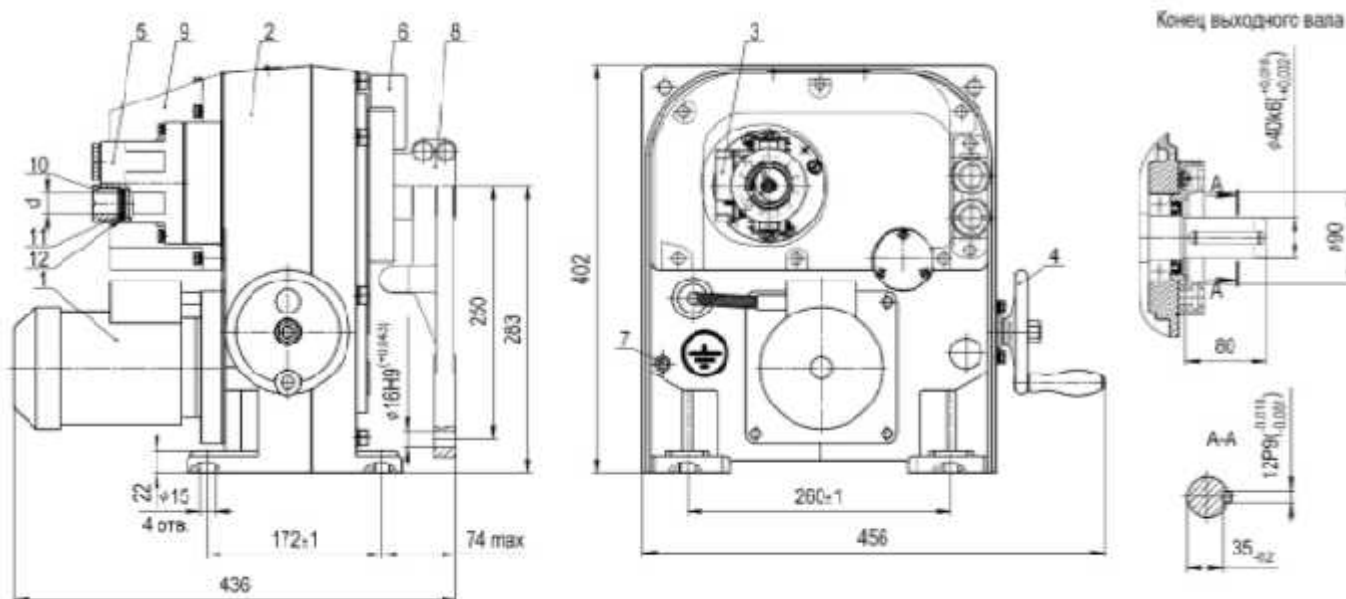
Путевые выключатели используются для сигнализации положения выходного вала в промежуточных положениях или дублирования концевых выключателей.

Ручной привод

Ручной привод (для механизмов МФОФ) или съемная рукоятка (для механизмов МЭО) служит для перемещения выходного вала (регулирующего органа) при монтаже и настройке механизмов, а также в аварийных ситуациях (отсутствии напряжения питания). Перемещение выходного вала осуществляется вращением маховика ручного привода или съемной рукоятки, установленных в торце вала электродвигателя. Направление вращения указано на маховике или корпусе механизма.

Для включения ручного привода в механизмах МЭОФ необходимо надавить на маховик в осевом направлении. При этом кулачки муфты сцепления ручного привода должны войти в пазы, расположенные на валу электродвигателя. Вращение маховика осуществляется двумя руками. По окончании операции ручного управления маховик под действием пружины возвратится в исходное состояние.

В механизмах МЭО съемная рукоятка устанавливается только при монтаже, настройке и в аварийных ситуациях при необходимости ручного управления.



1- привод; 2 – редуктор; 3 – блок сигнализации положения; 4 – привод ручной; 5 – ввод штуцерный; 6 – упор; 7 – болт заземления; 8 – рычаг; 9 – крышка; 10 – гайка; 11 – прокладка; 12 – шайба

Рисунок 2 – Габаритные и установочные размеры механизма

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Указания по включению и опробованию работы механизма:

Для ввода механизма в действие на месте эксплуатации необходимо произвести его настройку и регулировку. Настройку и регулировку механизма производить в следующей последовательности:

- снять упоры 6 (рисунок 2), перемещая ручным приводом 4 рычаг 8 механизма определить крайние положения рабочего угла поворота рычага;
- установить упоры в крайних положениях рабочего угла поворота рычага;
- установить регулирующий орган в среднее положение;
- снять крышку 9 и провести настройку блока сигнализации положения в соответствии с эксплуатационной документацией на блок;
- установить крышку на место и закрепить винтами;
- пробным включением проверить работоспособность механизма.

2. Настройка концевых выключателей:

- установить выходной орган механизма в положение «Закрыто»;
- ослабить гайку для перемещения кулачков блока сигнализации положения БСП;

- кулачок переместить в положение, при котором загорается световой индикатор «М»;
- затянуть гайку;
- установить выходной орган механизма в положение «Открыто»;
- ослабить гайку для перемещения кулачков;
- кулачок переместить в положение, при котором загорается световой индикатор «Б»;
- затянуть гайку.

3. Продемонстрируйте преподавателю выполненную работу.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Опишите устройство и работу механизма МЭО.
2. Опишите порядок ввода механизма в действие на месте эксплуатации.
3. Опишите порядок настройки концевых выключателей.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

**Проведение анализа имеющихся решений по выбору программного обеспечения
для создания модели элементов систем автоматизации**

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Методические рекомендации по проведению практических занятий

Обосновать выбор программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить критерии анализа программного обеспечения.
2. Изучить системы программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации.
3. Обосновать выбор программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации согласно индивидуального задания.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Критерии анализа программного обеспечения

Оценка и анализ программного обеспечения предполагает сопоставление его функциональных возможностей с функциями, выполняемыми для создания модели элементов систем автоматизации. В целом при оценке рассматривается следующее:

- общая информация о программном обеспечении;
- системная архитектура и пользовательский интерфейс: архитектура системы, простота освоения и использования;
- функциональность;
- ограничения: существующие пределы по элементам, поддерживаемым системой, таким как количеству работ, ресурсов и т. д.;
- маркетинговая информация: ценовая политика, техническая поддержка, обучение, пользовательская база, информация о фирме производителя.

Критерии, по которым производится выбор программного обеспечения, можно разделить на три группы:

- операционные критерии, относящиеся к функциональным возможностям программного обеспечения;
- критерии, по которым оценивается возможность функционирования программного обеспечения в рамках любой информационно-управляющей системы, они соотносятся с требованиями программного обеспечения к аппаратным средствам и оборудованию, возможностью интеграции с другими приложениями и т. п.;

- критерии, связанные с затратами на программное обеспечение (жизненный цикл программного обеспечения), а именно: покупка, инсталляция, оплата технической поддержки, обслуживание на протяжении всего времени функционирования.

Процесс выбора включает следующие шаги:

- определение необходимых данных; для этого нужно ответить на следующие вопросы:

1) к

аковы
ожидаемые
характеристики
разработанных
проектов для
создания
модели
элементов
систем
автоматизации
?

2) к

акое
количество
ресурсов
потребуется
для их
выполнения?

- анализ типов принимаемых решений, которые должно поддерживать программное обеспечение;

- формирование списка критериев для выбора наиболее подходящего программного обеспечения.

Существуют различные модели оценки программного обеспечения, наиболее распространенной из которых является балловая модель.

Суть ее состоит в следующем. Каждому критерию присваивается вес в соответствии с оценкой его значимости, например, в диапазоне от 1 до 5 (1 — совсем не важен, 5 — очень

важен). В процессе оценки реализация каждого критерия в программном обеспечении оценивается значением от 1 до 10. Затем оно переводится в баллы умножением на соответствующий вес. В результате подводится общий балл программного обеспечения, который дает возможность сравнивать различные программные средства.

Проведя такой сравнительный анализ различного программного обеспечения, можно принимать решение о выборе того или иного из них как по функциональным возможностям (количество набранных баллов в целом и по отдельным группам критериев), так и соотношению «цена / качество» (количество набранных баллов на единицу общих затрат).

Обзор систем программного обеспечения

Системы конструкторского проектирования CAD (Computer-Aided Design).

Системы CAD представляют собой системы автоматизированного проектирования, которые используются для выполнения разнообразных проектных процедур с задействованием компьютерной техники. Также при помощи такого программного обеспечения создается технологическая и конструкторская документация. CAD-системы предназначены для 2D/3D разработки изделия.

Современные системы CAD используются в самых разнообразных сферах деятельности современного человека, и практически для каждой есть свой уникальный тип таких утилит.

Системы технологического проектирования CAM (Computer-Aided Manufacturing).

CAM-системы (computer-aided manufacturing компьютерная поддержка изготовления) предназначены для проектирования обработки изделий на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) и выдачи программ для этих станков (фрезерных, сверлильных, эрозионных, пробивных, токарных, шлифовальных и др.). CAM-системы еще называют системами технологической подготовки производства. В настоящее время они являются практически единственным способом для изготовления сложного профиля деталей и сокращения цикла их производства. В CAM-системах используется трехмерная модель детали, созданная в CAD-системе

Функции CAM-систем

- разработка технологических процессов;
- синтез управляющих программ для технологического оборудования с ЧПУ;

- моделирование процессов обработки, в том числе построение траекторий относительного движения инструмента и заготовки в процессе обработки;
- генерация постпроцессоров для конкретных типов оборудования с ЧПУ, расчет норм времени обработки.

Системы автоматизации инженерных расчётов CAE (Computer-Aided Engineering).

CAE - общее название для программ или программных пакетов, предназначенных для инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов. Расчётная часть пакетов чаще всего основана на численных методах решения дифференциальных уравнений.

Современные системы автоматизации инженерных расчётов (CAE) применяются совместно с CAD-системами (зачастую интегрируются в них, в этом случае получают гибридные CAD/CAE-системы).

CAE-системы — это разнообразные программные продукты, позволяющие при помощи расчётных методов (метод конечных элементов, метод конечных разностей, метод конечных объёмов) оценить, как поведёт себя компьютерная модель изделия в реальных условиях эксплуатации. Помогают убедиться в работоспособности изделия, без привлечения больших затрат времени и средств.

САПР технологических процессов CAPP (Computer-Aided Process Planning).

CAPP – это автоматизированная система для проектирования техпроцессов и оформления технологической документации.

Задача CAPP заключается в том, чтобы по заданной CAD-модели изделия составить план его производства, называемый операционной или маршрутной картой. Данный план содержит указания о последовательности технологических и сборочных операций, используемых станках и инструментах и т.д. Технологическая подготовка производства всегда осуществляется по имеющейся базе данных типовых техпроцессов, применяемых на конкретном предприятии.

Функции CAPP:

- разработка описания техпроцесса изготовления нового изделия;
- формирование технологической документации;
- расчёт затрат времени на операции;
- определение трудоемкости изготовления изделия;
- расчёт расхода материалов;

Методические рекомендации по проведению практических занятий

- формирование организационно-технологической схемы потока по изготовлению изделия;
- выбор рационального такта потока и количества исполнителей.

Системы управления данными изделия PDM (ProductDataManagement)

PDM-системы предназначены для управления конструкторскими и технологическими документами в процессе проектирования изделия.

Главное предназначение PDM-систем - управление информацией и облегчение доступа к данным об изделии на протяжении всего его жизненного цикла. Положительный эффект достигается благодаря возможности объединить все данные об изделии в единую логическую систему. В результате такого объединения все, кто принимает участие в разработке изделия, получают распределенный авторизованный доступ к проектной информации и управлению процессами проектирования. Наиболее распространённые задачи, которые можно решить при помощи PDM-систем, следующие:

- создание электронного архива чертежей и другой технической документации;
- создание единого информационного пространства для всех сотрудников, принимающих участие в разработке жизненного цикла изделия;
- автоматизация внесения изменений в конфигурацию изделия;
- приведение всех данных о продукте к международным стандартам качества серии ISO 9000.

Системы управления жизненным циклом продукта PLM (ProductLifecycleManagement).

PLM – это организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации. Информация об объекте, содержащаяся в PLM-системе, является цифровым макетом этого объекта.

PLM-система - это сложный программный комплекс, состоящий из нескольких взаимосвязанных компонентов. Сердцем PLM-системы являются сервера метаданных, обеспечивающие всю логику работы системы. Они собирают, хранят и обрабатывают данные о файлах, изделиях, пользователях и т.д. Отдельно существуют файловые сервера, на которых находятся электронные версии документов, хранящихся в PLM-системе. Как только тот или иной документ помещается в PLM-систему, сам он попадает на файловый сервер, а информация о нём попадает на сервер метаданных. В дальнейшем, при запросе документа,

сервер метаданных проверяет, можно ли выдать тот или иной документ запросившему лицу, и, если он обладает достаточными правами, копия документа нужной версии будет отправлена этому пользователю из файлового сервера. Стоит отметить, что на файловом сервере хранятся все версии документов, помещённых в PLM-систему, потому поиск архивных копий того или иного документа не вызывает сложностей; более того, поисковая система сервера метаданных облегчит нахождение нужной версии документа, ограничив поиск по дате, создавшему пользователю или отдельным атрибутам.

Помимо серверной, существует и клиентская часть PLM-системы. Как правило, это набор модулей, выполняющих ту или иную задачу на компьютере пользователя. Наиболее часто эти модули осуществляют интеграцию PLM-системы с различными приложениями (CAD-программами, офисными пакетами и т.п.). Подобные модули позволяют, не выходя из привычного пользователя программных продуктов, напрямую общаться с PLM-системой интуитивно понятным образом, брать из PLM-системы данные и документы для редактирования и помещать изменённые документы обратно. При этом PLM-система заботится о том, чтобы оповестить других участников процесса о том, что документ взят для редактирования другим пользователем, и предложить им обновлённую версию документа, когда таковая появится.

PLM-системе не обойтись без модуля, осуществляющего управление бизнес-процессами. Описав бизнес-процессы, происходящие на предприятии, можно возложить на PLM-систему задачу отслеживания, когда, кому и какой документ и/или данные должны быть доставлены для успешного выполнения той или иной задачи. PLM-система отследит задержки при выполнении тех или иных задач и оповестит об этом руководителя процесса, что позволит ему проанализировать и устранить узкие места процессов. Поскольку описание бизнес-процесса, по сути, есть документ, то его версии также хранятся в PLM-системе, что позволяет легко просмотреть предыдущие варианты описаний бизнес-процессов, проанализировать их и принять верное решение о том, как, в случае проблем, описание бизнес-процесса (и, как результат, сам бизнес-процесс) нужно перестроить.

Ещё один тип модулей - генераторы отчётов. По данным, хранящимся в PLM-системе на сервере метаданных, они генерируют всевозможные отчёты регламентированных видов на стандартных бланках. При обновлении структуры изделия можно автоматически построить новый отчёт.

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Обосновать выбор программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации (рисунок 1), используя критерии анализа программного обеспечения, а также балловую модель оценки программного обеспечения.

Исходные данные для выбора программного обеспечения:

- модель автоматизации – регулирующая заслонка (рисунок 1);



Рисунок 1 - Регулирующая заслонка

- назначение модели – управляет потоками газа и воздуха при небольших давлениях в трубопроводах диаметром более 50 мм;

- конструкция модели - регулирующий или запирающий орган выполнен в виде диска, который вращается вокруг оси. Поворотный диск расположен внутри кольцевого корпуса. Герметичность обеспечивает резиновая манжета. Корпус клапана вращательным движением входит в седло с уплотнением, это гарантирует полное отсутствие утечки;

- принцип действия - основан на изменении местного гидравлического сопротивления протекающей среды за счет изменения проходного сечения устройства.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение систем программного обеспечения: CAD, CAM, CAE, CAPP, PDM, PLM.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Проведение анализа имеющихся решений по выбору программного обеспечения для тестирования модели элементов систем автоматизации

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Обосновать выбор программного обеспечения для тестирования модели элементов систем автоматизации.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить критерии анализа программного обеспечения.
2. Изучить программное обеспечение для создания модели элементов систем автоматизации.
3. Обосновать выбор программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Для каждого элемента систем автоматизации, исходя из заданных показателей качества, устанавливаются определенные технические требования. Необходимо, чтобы элементы систем автоматизации всегда соответствовали этим требованиям. Однако в них могут возникнуть различные отклонения, дефекты, нарушающие указанное соответствие. Обеспечить требуемый уровень качества элементов систем автоматизации в процессе эксплуатации невозможно без проверки их технического состояния.

Одним из важнейших средств обеспечения и поддержания надежности элементов систем автоматизации является техническая диагностика (или тестирование элементов (систем) автоматизации).

Под технической диагностикой понимается область знаний, разрабатывающая методы и средства поиска отклонений в режимах работы (или состояниях) элементов систем автоматизации, обнаружения и устранения дефектов в системах (или ее элементах) и средства их локализации.

При диагностировании необходимо определить, прежде всего, техническое состояние элементов систем автоматизации и системы в целом в данный момент времени. Это означает, что нужно проверить исправность, работоспособность и (или) правильность функционирования элементов (системы в целом) или обнаружить дефекты, нарушающие исправность, работоспособность и правильное функционирование их.

Различают тестовое и функциональное диагностирование.

Тестовое диагностирование позволяет проверить техническое состояние элементов систем автоматизации по тестовому воздействию на них. По тесту проверяются параметры элементов.

Функциональное диагностирование позволяет определить техническое состояние элементов по рабочему воздействию на них.

Тестовое и функциональное диагностирование выполняется по так называемому алгоритму диагностирования.

Алгоритм диагностирования - совокупность элементарных проверок в контрольных точках и правил, устанавливающих последовательность их проведения, а также анализ результатов этих проверок, по которым можно определить исправное, работоспособное или состояние правильного функционирования от неисправного состояния и уметь отличать дефекты от неисправного состояния.

Эффективность диагностирования оценивается качеством алгоритмов диагностирования и качеством средств диагностирования. Средства диагностирования разделяют, прежде всего, на программные и аппаратные, а также внешние (конструктивно выполненные отдельно от системы) и встроенные (являющиеся составной частью системы); ручными, автоматизированными и автоматическими; специализированными и универсальными.

На начальном этапе проведения диагностики технического состояния элементов систем автоматизации широкое распространение получили допусковые способы. Они характеризуются тем, что заключение о техническом состоянии модели диагностирования делается по результатам оценки значений в контрольных точках, которые могут принимать два значения: «в норме» – «не в норме». Это дает основание использовать для описания поведения модели элементов систем автоматизации используются математические модели логического типа, а для их анализа – различные логические методы.

В процессе поиска неисправностей алгоритм диагностирования задает совокупность элементарных проверок, последовательность (или последовательности) их реализации и

правила обработки результатов реализуемых элементарных проверок с целью получения результата диагностики.

К наиболее часто используемым элементарным проверкам можно отнести:

- *выяснение истории появления неисправности.* Рассмотрение истории позволяет выяснить, не является ли неисправность результатом внешнего воздействия такого, как климатические факторы, механические воздействия, загрязнение различными веществами и т.д. В большинстве случаев этим методом нельзя получить точную информацию о локализации отказавшего элемента (из-за необходимости получения информации о событиях, растянутых во времени, неточности и недостоверности предоставляемой информации), но можно существенно облегчить выбор последующих методов диагностики, их количества и порядок следования.

- *внешний осмотр.* Здесь следует искать следы тепловых повреждений электронных элементов, проводников, проводов, разъемов, целостность изоляции на проводах, трещин, появившихся от времени или в результате механических воздействий. Особое внимание следует обращать на наличие загрязнений, пыли, вытекания электролита и запах. Этот метод позволяет достичь быстрого и высокоточного результата, когда диагностируется неисправность, носящая аварийный характер.

- *снятие внешних рабочих характеристик.* Изделие включается в рабочих (или имитирующих рабочие) условиях и проверяются выходные характеристики, сравнением их с характеристиками исправного изделия или теоретически рассчитанными значениями. Этот метод позволяет примерно оценить расположение неисправности (выявить функциональный блок, работающий неправильно) без демонтажа изделия.

- *наблюдение прохождения сигналов.* При помощи измерительной аппаратуры наблюдают правильность распространения сигналов по цепям устройства. Адекватность оценки состояния изделия в целом и по цепям достигается высокой квалификацией исполнителя и возможностью анализа особых цепей (например, содержащих обратные связи).

- *сравнение с исправным блоком.* Здесь сравниваются различные характеристики заведомо исправного изделия и не исправного. Сложность его применения заключается в необходимости присутствия «эталонного» блока и комбинации его применения с другими методами для оперативной диагностики.

- *моделирование поведения исправного и неисправного устройства.* Моделируется поведение исправного и неисправного устройства, затем выдвигается гипотеза о возможной неисправности, которая позже проверяется измерениями. Для создания математического

аппарата моделей и управления ими требуется высокая квалификация исполнителя, а достижение лучших результатов – в комбинации с другими методами. Этот метод позволяет выявлять с достаточной точностью периодически исчезающие неисправности.

- *сигнатурный анализ.* Нахождение неисправностей с высокой точностью, выполняемое путем исследования или сравнения импедансных сигнатур (вольтамперных характеристик) исследуемых компонентов с эталонными значениями. Этот метод может выполняться специалистом невысокой квалификации с обязательным доступом к выводам элементов схемы.

- *выполнение тестовых программ.* На работающей не демонтированной системе выполняется тестовая программа, которая взаимодействует с различными компонентами системы и предоставляет информацию об их отклике, по которому делается вывод о его исправности. Точность локализации неисправности зависит от «глубины» диагностического теста.

100% результата поиска неисправности (т.е. нахождение неисправного элемента) возможно лишь при использовании некоторых элементарных проверок (таких как моделирование поведения устройства, сигнатурный анализ и выполнение тестовых программ), но при достаточно больших временных затратах, или применении той или иной комбинации элементарных проверок. Таким образом, для решения вопросов автоматизации процесса технического диагностирования возникает необходимость автоматизации процессов диагностирования. В практическом аспекте это сводится к созданию систем автоматизации диагностирования. Наиболее популярным на сегодня является программно-аппаратный способ построения системы диагностирования. При его реализации данные с объекта диагностирования поступают на адаптер, который преобразует их в информацию, поступающую в персональный компьютер для дальнейшей алгоритмической обработки. Системы автоматизации диагностирования, построенные по программно-аппаратного способу диагностики, представляют собой взаимодействующие комплексы технических средств, программных средств и информационного обеспечения. Технические средства систем автоматизации диагностирования обычно состоят из универсальной и специализированной частей. На современном этапе развития техники основа универсальной части строится на базе персонального компьютера, которая посредством модулей преобразования (АЦП), формирования (ЦАП) и коммутации унифицированных сигналов через специализированную часть позволяет реализовать алгоритмы диагностики объекта контроля. Специализированная часть по возможности должна быть минимальна, являясь пассивным переходником, либо (в

идеале) вообще отсутствовать. Высокая унификация Системы автоматизации диагностирования достигается применением виртуальных приборов. Система виртуальных приборов организуется в виде программной модели некоторого реально существующего или гипотетического прибора, причем программно реализуются не только средства управления (рукоятки, кнопки, лампочки и т. п.), но и логика работы прибора. Связь программы с техническими объектами осуществляется здесь через интерфейсные узлы, представляющие собой драйвера внешних устройств – АЦП, ЦАП, контроллеров промышленных интерфейсов и т.п.

Из всего многообразия программного обеспечения для реализации задач, которые должны выполнять программные средства систем автоматизации диагностирования, достаточно использовать инструментальное программное обеспечение с текстовым программированием, интегрированное с пакетами моделирования поведения объектов диагностики.

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Обосновать выбор программного обеспечения для тестирования модели элементов систем автоматизации (рисунок 1), используя критерии анализа программного обеспечения, а также балловую модель оценки программного обеспечения.

Исходные данные для выбора программного обеспечения для тестирования:

- модель автоматизации – управление цилиндром одностороннего действия (рисунок 1);

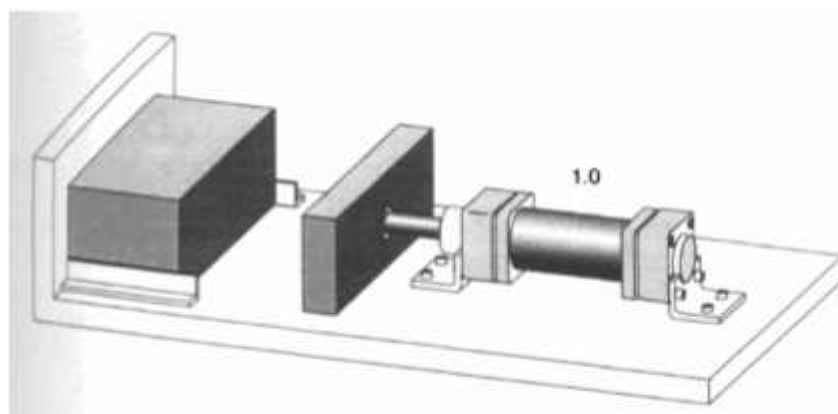


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления

- постановка задачи – цилиндр одностороннего действия с диаметром поршня 25 мм при нажатии на пневмокнопку должен зажимать деталь: пока кнопка удерживается в нажатом

положении, шток цилиндра остается в крайнем выдвинутом положении, при отпускании кнопки деталь освобождается за счет отвода штока.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Раскрыть понятие «техническая диагностика».
2. Виды технической диагностики.
3. Каким проверкам подвергаются элементы (системы) автоматизации.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Осуществление выбора и применения программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации на основе технического задания

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Обосновать выбор программного обеспечения и применить данный выбор для создания модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с критериями анализа программного обеспечения.

Методические рекомендации по проведению практических занятий

2. Обосновать выбор программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации.

3. Создать модель систем автоматизации на основе технического задания согласно индивидуального задания.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Критерии анализа программного обеспечения

Оценка и анализ программного обеспечения предполагает сопоставление его функциональных возможностей с функциями, выполняемыми для создания модели элементов систем автоматизации. В целом при оценке рассматривается следующее:

- общая информация о программном обеспечении;
- системная архитектура и пользовательский интерфейс: архитектура системы, простота освоения и использования;
- функциональность;
- ограничения: существующие пределы по элементам, поддерживаемым системой, таким как количеству работ, ресурсов и т. д.;
- маркетинговая информация: ценовая политика, техническая поддержка, обучение, пользовательская база, информация о фирме производителя.

Критерии, по которым производится выбор программного обеспечения, можно разделить на три группы:

- операционные критерии, относящиеся к функциональным возможностям программного обеспечения;
- критерии, по которым оценивается возможность функционирования программного обеспечения в рамках любой информационно-управляющей системы, они соотносятся с требованиями программного обеспечения к аппаратным средствам и оборудованию, возможностью интеграции с другими приложениями и т. п.;
- критерии, связанные с затратами на программное обеспечение (жизненный цикл программного обеспечения), а именно: покупка, инсталляция, оплата технической поддержки, обслуживание на протяжении всего времени функционирования.

Процесс выбора включает следующие шаги:

- определение необходимых данных; для этого нужно ответить на следующие вопросы:

1) каковы ожидаемые характеристики разработанных проектов для создания модели элементов систем автоматизации?

2) какое количество ресурсов потребуется для их выполнения?

- анализ типов принимаемых решений, которые должно поддерживать программное обеспечение;

- формирование списка критериев для выбора наиболее подходящего программного обеспечения.

Существуют различные модели оценки программного обеспечения, наиболее распространенной из которых является балловая модель.

Суть ее состоит в следующем. Каждому критерию присваивается вес в соответствии с оценкой его значимости, например, в диапазоне от 1 до 5 (1 — совсем не важен, 5 — очень важен). В процессе оценки реализация каждого критерия в программном обеспечении оценивается значением от 1 до 10. Затем оно переводится в баллы умножением на соответствующий вес. В результате подводится общий балл программного обеспечения, который дает возможность сравнивать различные программные средства.

Проведя такой сравнительный анализ различного программного обеспечения, можно принимать решение о выборе того или иного из них как по функциональным возможностям (количество набранных баллов в целом и по отдельным группам критериев), так и соотношению «цена / качество» (количество набранных баллов на единицу общих затрат).

Техническое задание на разработку модели элементов систем автоматизации.

Техническое задание – основополагающий документ, которым руководствуются разработчики и проектировщики, приступая к разработке нового изделия. Оно определяет основные направления разработки: конструкции и принципа работы будущего изделия. Техническое задание заявляет, с одной стороны, о потребностях общества в новых изделиях, с другой – о технических и технико-экономических характеристиках изделия.

Техническое задание является начальным этапом работ и составляется на все разработки и виды работ, необходимые для создания нового изделия. Оно может предшествовать научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам по разработке средств механизации и автоматизации, отдельных узлов и систем, технологии, измерительных средств, средств контроля и других изделий (выполнение работы, оказание услуги, промышленный комплекс, прибор, машина, аппарат, система управления, информационная система, нормативная документация (например, стандарт) и т. д.).

Требования, включаемые в техническое задание, должны основываться на современных достижениях науки и техники, на итогах выполненных научно-исследовательских и экспериментальных работ. Техническое задание должно устанавливать следующие показатели разрабатываемого изделия:

- основное назначение, технические и тактико-технические характеристики, уровень стандартизации и унификации;
- технико-экономические показатели;
- патентно-правовые показатели;
- специальные требования к изделию и др.

Для подтверждения отдельных требований к продукции, в том числе требований безопасности, охраны здоровья и окружающей среды, а также оценки технического уровня продукции, техническое задание может быть направлено разработчиком или заказчиком на экспертизу (заключение) в сторонние организации. Решение по полученным заключениям принимают разработчик и заказчик до утверждения технического задания.

К техническому заданию прилагаются схемы и эскизы по конструкции будущего изделия, а для технологических разработок – технологические и технико-экономические показатели существующего производства. Техническое задание должно содержать максимум информации, облегчающей работу над изделием и сокращающей сроки разработки.

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Обосновать выбор программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации на основе технического задания (чертежей, рисунков, схем), используя критерии анализа программного обеспечения, а также балловую модель оценки программного обеспечения.

2. Создать модель (чертеж, рисунок, схему) с использованием специализированного программного обеспечения на основе технического задания.

Техническое задание.

Исходные данные для выбора программного обеспечения и создания модели элементов систем автоматизации на основе технического задания:

- модель автоматизации – регулирующий клапан (рисунок 1);

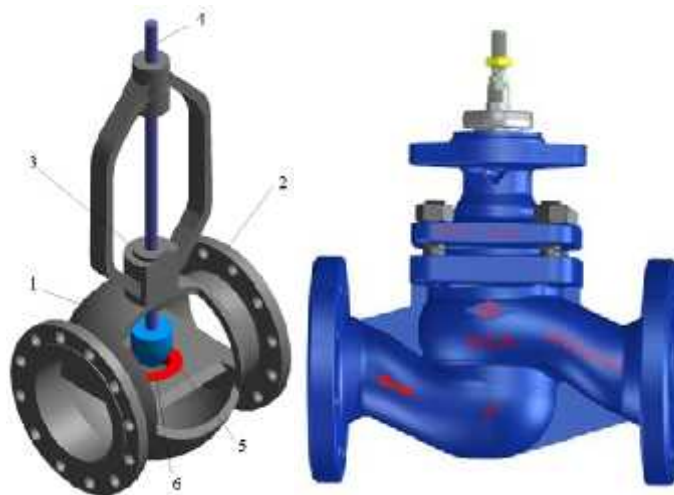


Рисунок 1 – Регулирующий клапан

- назначение модели – управляют потоками газа, жидкости и пара при высоких давлениях (более $0,1 \text{ кгС/см}^2$ в трубопроводах небольшого сечения до 300 мм);

- конструкция модели - 1 - корпус арматуры; 2 - фланец для присоединения арматуры к трубопроводу; 3 - узел уплотнения, обеспечивающий герметичность арматуры по отношению к внешней среде; 4 - шток арматуры, передающий поступательное усилие от привода затвору, состоящему из плунжера и седла; 5 - плунжер, своим профилем определяет характеристику регулирования арматуры; 6 - седло арматуры, элемент, обеспечивающий посадку плунжера в крайнем закрытом положении;

- принцип действия - основан на изменении расхода рабочей среды в соответствии с сигналом, поступающим от регулятора. Усилие от привода с помощью штока передается на затвор, состоящий из плунжера (5) и седла (6). Плунжер (5) перекрывает часть проходного сечения, что приводит к уменьшению расхода через клапан. При этом увеличивается скорость потока среды, а статическое давление в трубе падает. При полном закрытии плунжер садится в седло, поток перекрывается, и, если затвор будет полностью герметичен, давление после клапана будет равно нулю.

Для выполнения задания необходимо:

- выполнить описание модели: название модели, описание исходных данных, использования модели (где и каким образом будет использоваться модель);

- выполнить описание этапов создания модели: количество этапов, требования к каждому этапу;

- описать внешний вид модели: описание цветов и использованных конструкций;

- описать возможности просмотра модели на любом компьютере: требования к аппаратным ресурсам, требования к программным ресурсам, инструкция по использованию модели;

- выбрать инструменты и объекты для составления модели: использование 3D конструкций, методы создания спецэффектов.

- описать технические характеристики модели: размер, размер при выводе на экран, время открытия в разных редакторах, возможность конвертации в разные форматы, возможность использования в разных программах, защита авторского права на данную модель;

- создать модель (чертеж, рисунок, схему) с использованием выбранного программного обеспечения.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Критерии анализа программного обеспечения.
2. Техническое задание на разработку.
3. На основе какого объекта будем создавать 3D модель?
4. Для каких целей создаем 3D модель?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Осуществление выбора и применения программного обеспечения для тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Обосновать выбор программного обеспечения и применить данный выбор для создания модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с критериями анализа программного обеспечения.
2. Обосновать выбор программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации.
3. Создать модель систем автоматизации на основе технического задания согласно индивидуального задания.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Для каждого элемента систем автоматизации, исходя из заданных показателей качества, устанавливаются определенные технические требования. Необходимо, чтобы элементы систем автоматизации всегда соответствовали этим требованиям. Однако в них могут возникнуть различные отклонения, дефекты, нарушающие указанное соответствие. Обеспечить требуемый уровень качества элементов систем автоматизации в процессе эксплуатации невозможно без проверки их технического состояния.

Одним из важнейших средств обеспечения и поддержания надежности элементов систем автоматизации является техническая диагностика (или тестирование элементов (систем) автоматизации).

Техническое задание на разработку модели элементов систем автоматизации.

Техническое задание – основополагающий документ, которым руководствуются разработчики и проектировщики, приступая к разработке нового изделия. Оно определяет основные направления разработки: конструкции и принципа работы будущего изделия. Техническое задание заявляет, с одной стороны, о потребностях общества в новых изделиях, с другой – о технических и технико-экономических характеристиках изделия.

Техническое задание является начальным этапом работ и составляется на все разработки и виды работ, необходимые для создания нового изделия. Оно может предшествовать научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам по разработке средств механизации и автоматизации, отдельных узлов и систем, технологии, измерительных средств, средств контроля и других изделий (выполнение работы, оказание услуги, промышленный комплекс, прибор, машина, аппарат, система управления, информационная система, нормативная документация (например, стандарт) и т. д.).

Требования, включаемые в техническое задание, должны основываться на современных достижениях науки и техники, на итогах выполненных научно-исследовательских и экспериментальных работ. Техническое задание должно устанавливать следующие показатели разрабатываемого изделия:

- основное назначение, технические и тактико-технические характеристики, уровень стандартизации и унификации;
- технико-экономические показатели;
- патентно-правовые показатели;
- специальные требования к изделию и др.

Для подтверждения отдельных требований к продукции, в том числе требований безопасности, охраны здоровья и окружающей среды, а также оценки технического уровня продукции, техническое задание может быть направлено разработчиком или заказчиком на экспертизу (заключение) в сторонние организации. Решение по полученным заключениям принимают разработчик и заказчик до утверждения технического задания.

К техническому заданию прилагаются схемы и эскизы по конструкции будущего изделия, а для технологических разработок – технологические и технико-экономические показатели существующего производства. Техническое задание должно содержать максимум информации, облегчающей работу над изделием и сокращающей сроки разработки.

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Обосновать выбор программного обеспечения для тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания, используя критерии анализа программного обеспечения, а также балловую модель оценки программного обеспечения.

2. Протестировать модель автоматизации с использованием специализированного программного обеспечения на основе технического задания.

Техническое задание.

Исходные данные для выбора программного обеспечения и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания:

- модель автоматизации – управление цилиндром двустороннего действия (рисунок 1);

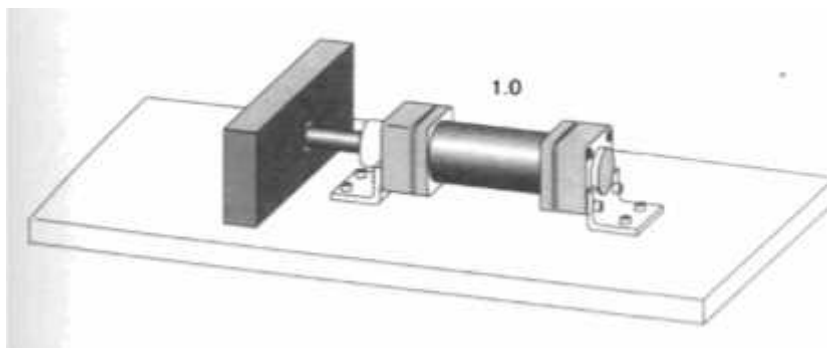


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления

- конструкция модели - цилиндр имеет небольшой диаметр поршня (25 мм) и при заданной скорости движения поршня расход воздуха является небольшим;

- описание объекта управления – шток цилиндра двустороннего действия выдвигается при нажатии пневмокнопки, при отпускании кнопки шток втягивается.

Для выполнения задания необходимо:

- выполнить описание модели: название модели, описание исходных данных, использования модели (где и каким образом будет использоваться модель);

- обосновать выбор программного обеспечения для тестирования модели автоматизации;

- выполнить описание этапов тестирования, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить её;

- разработать принципиальную схему системы управления;

- провести виртуальное тестирование объекта управления.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Методические рекомендации по проведению практических занятий

1. Критерии анализа программного обеспечения.
2. Техническое задание на разработку.
3. Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Разработка виртуальных моделей элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания с применением прикладных программ (CAD/CAM – системы)

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Обосновать выбор программного обеспечения и применить данный выбор для разработки виртуальных моделей элементов систем автоматизации на основе технического задания с применением прикладных программ.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Обосновать выбор программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации.
2. Разработать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания согласно индивидуального задания с применением прикладных программ (CAD/CAM – системы).

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Система автоматизированного проектирования (САПР) – сложный комплекс средств, предназначенный для автоматизации проектирования.

Под этим понятием подразумевают программное обеспечение, позволяющее создавать модель объекта с максимальной точностью и предоставить производителю полный пакет конструкторской документации по международным стандартам.

Практически решают эту задачу, используя комплекс эффективных технологий по анализу, разработке, подготовке производственного процесса с помощью CAD/CAM/CAE систем. Только так можно добиться необходимого качества, снижения себестоимости продукции. Основную часть работы по созданию проекта делают компьютерные программы.

Системы CAD представляют собой системы автоматизированного проектирования, которые используются для выполнения разнообразных проектных процедур с задействованием компьютерной техники. Также при помощи такого программного обеспечения создается технологическая и конструкторская документация. CAD-системы предназначены для 2D/3D разработки изделия.

Современные системы CAD используются в самых разнообразных сферах деятельности современного человека, и практически для каждой есть свой уникальный тип таких утилит.

CAM-системы (computer-aided manufacturing компьютерная поддержка изготовления) предназначены для проектирования обработки изделий на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) и выдачи программ для этих станков (фрезерных, сверлильных, эрозионных, пробивных, токарных, шлифовальных и др.). CAM-системы еще называют системами технологической подготовки производства. В настоящее время они являются практически единственным способом для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства. В CAM-системах используется трехмерная модель детали, созданная в CAD-системе

Функции CAM-систем

- разработка технологических процессов;
- синтез управляющих программ для технологического оборудования с ЧПУ;
- моделирование процессов обработки, в том числе построение траекторий относительного движения инструмента и заготовки в процессе обработки;
- генерация постпроцессоров для конкретных типов оборудования с ЧПУ, расчет норм времени обработки.

CAE - общее название для программ или программных пакетов, предназначенных для инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов. Расчётная часть пакетов чаще всего основана на численных методах решения дифференциальных уравнений.

Современные системы автоматизации инженерных расчётов (CAE) применяются совместно с CAD-системами (зачастую интегрируются в них, в этом случае получают гибридные CAD/CAE-системы).

CAE-системы — это разнообразные программные продукты, позволяющие при помощи расчётных методов (метод конечных элементов, метод конечных разностей, метод конечных объёмов) оценить, как поведёт себя компьютерная модель изделия в реальных условиях эксплуатации. Помогают убедиться в работоспособности изделия, без привлечения больших затрат времени и средств.

В настоящее время зарубежные и отечественные разработчики программных продуктов предлагают пользователям большое количество различных прикладных графических программ, отличающихся как своими возможностями, так и стоимостью. Среди систем российских разработчиков наиболее удобна и широко используется как в промышленности, так и в образовании CAD система КОМПАС-3D.

КОМПАС-3D — мощная и универсальная система трёхмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря простоте освоения и широким возможностям твердотельного, поверхностного и прямого моделирования.

Ключевой особенностью продукта является обеспечение сквозного процесса проектирования от реализации идеи в 3D до подготовки полного комплекта документации. В основе КОМПАС-3D лежат собственное математическое ядро и параметрические технологии, разработанные специалистами АСКОН. Продукт содержит инструменты для коллективного проектирования изделий и объектов строительного проектирования любой степени сложности и позволяет подготовить полноценную электронную модель изделия, здания и сооружения.

Помимо инструментария для 3D-проектирования в состав КОМПАС-3D входит КОМПАС-График — лучшая автоматизированная система разработки и оформления конструкторской и проектной документации, ориентированная на полную поддержку стандартов ЕСКД, СПДС или стандартов конкретного предприятия.

КОМПАС-3D включает в себя:

- инструменты для коллективной работы, в том числе над проектами, содержащими несколько десятков тысяч уникальных компонентов и стандартных изделий;

- развитый функционал трехмерного твердотельного, поверхностного и прямого моделирования;
- инструменты для работы с исполнениями и конфигурациями (в том числе зеркальными) деталей и сборочных единиц;
- инструменты моделирования деталей из листового материала с последующим автоматическим получением чертежа развертки;
- специальные возможности, облегчающие построение литейных форм: литейные уклоны, линии разъема, полости по форме детали (в том числе с заданием усадки);
- инструменты создания пользовательских библиотек типовых элементов;
- возможность получения технической документации в соответствии с ГОСТ, ISO, DIN или стандартами предприятия: чертежи, простые и групповые спецификации, отчеты, схемы, таблицы, текстовые документы;
- средства для передачи данных в различные CAD/CAM/CAE-системы;
- возможность быстрого перехода от проектирования к изготовлению деталей с использованием САМ-систем и станков с ЧПУ;
- возможность простановки размеров, обозначений и технических требований в трехмерных моделях (поддержка стандарта ГОСТ 2.052-2006 «ЕСКД. Электронная модель изделия»).

Базовая функциональность продукта легко расширяется за счёт различных приложений, дополняющих функционал КОМПАС-3D эффективным инструментарием для решения прикладных инженерных задач. Например, приложения для проектирования трубопроводов, металлоконструкций, различных деталей машин позволяют большую часть действий выполнять автоматически, сокращая общее время разработки проекта в несколько раз.

КОМПАС-3D позволяет:

- обеспечить коллективную работу над проектом;
- избежать принципиальных ошибок на самых ранних стадиях проектирования;
- наглядно представить будущее изделие и проверить его собираемость;
- получить модель объекта и оценить возможные коллизии на этапе проектирования;

- произвести необходимые расчеты и оптимизацию конструкции без дорогостоящих натурных испытаний;
- изменять и модифицировать проект в кратчайшие сроки;
- в связке с САМ-системами существенно сократить время подготовки изделия к производству;
- быстро подготовить документацию на изделие, объект;
- используя 3D-модели, готовить эффектные маркетинговые материалы.

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Обосновать выбор программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации на основе технического задания (чертежей, рисунков, схем), используя критерии анализа программного обеспечения, а также балловую модель оценки программного обеспечения.

2. Разработать 3D-модель с использованием специализированного программного обеспечения на основе технического задания с применением прикладных программ (CAD/CAM – системы).

Техническое задание.

Исходные данные для выбора программного обеспечения и разработки модели элементов систем автоматизации на основе технического задания:

- модель автоматизации – затвор (рисунок 1);

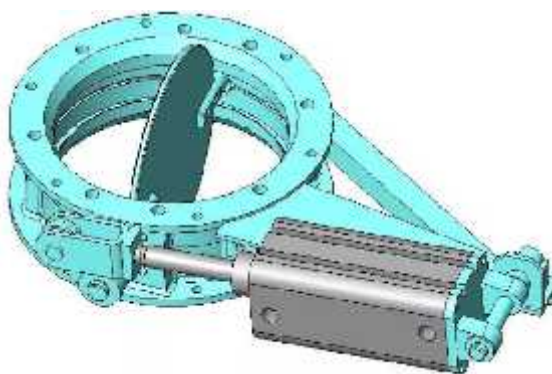


Рисунок 1 – Затвор

- назначение модели – затвор – предназначен для открывания – закрывания заслонки с помощью пневматического цилиндра.

Для выполнения задания необходимо:

Методические рекомендации по проведению практических занятий

- выполнить описание модели: название модели, описание исходных данных, использования модели (где и каким образом будет использоваться модель);
- обосновать выбор программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации на основе технического задания (чертежей, рисунков, схем), используя критерии анализа программного обеспечения, а также балловую модель оценки программного обеспечения;
- выполнить описание этапов создания модели: количество этапов, требования к каждому этапу;
- разработать 3D-модель с использованием выбранного специализированного программного обеспечения на основе технического задания с применением прикладных программ (CAD/CAM – системы).

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Критерии анализа программного обеспечения.
2. Техническое задание на разработку.
3. На основе какого объекта будем создавать 3D модель?
4. Для каких целей создаем 3D модель?

ЛИТЕРАТУРА

Основные источники:

1. Акопов А.С. Компьютерное моделирование: учебник и практикум для СПО / А.С. Акопов. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 389 с. – (Серия: Профессиональное образование).
2. Боев В.Д. Компьютерное моделирование систем: учеб. пособие для СПО – В.Д. Боев. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 253 с. – (Серия: Профессиональное образование).
3. Боресков А.В. Компьютерная графика: учебник и практикум для СПО / А.В. Боресков, Е.В. Шикин. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 219 с. – (Серия: Профессиональное образование).
4. Ким Д.П. Основы автоматического управления: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Д.П. Ким. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 276 с. – (Серия: Профессиональное образование).

Дополнительные источники:

1. Коломейцева М.Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях: учеб. пособие для СПО / М.Б. Коломейцева, В.М. Беседин. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 104 с. – (Серия: Профессиональное образование).
2. Коломейцева М.Б. Основы импульсной и цифровой техники: учеб. пособие для СПО / М.Б. Коломейцева, В.М. Беседин, Т.В. Ягодкина. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 124 с. – (Серия: Профессиональное образование).
3. Рачков М.Ю. Автоматизация производства: учебник для СПО / М.Ю. Рачков. – 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2017. – 180 с. – (Серия: Профессиональное образование).
4. Селезнев В.А. Компьютерная графика: учебник и практикум для СПО / В.А. Селезнев, С.А. Дмитроченко. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 218 с. – (Серия: Профессиональное образование).
5. Серебряков А.С. Автоматика: учебник и практикум для СПО / А.С. Серебряков, Д.А. Семенов, Е.А. Чернов; под общ. ред. А.С. Серебрякова. М.: Издательство Юрайт, 2017. – 431 с. – (Серия: Профессиональное образование).

6. Советов Б.Я. Компьютерное моделирование систем. Практикум: учеб. пособие для СПО / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 4-е изд., пер. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 295 с. – (Серия: Профессиональное образование).
7. Советов Б.Я. Информационные технологии: учебник для СПО / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. – 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 327 с. – (Серия: Профессиональное образование).
8. Терёхин В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода в Simulink: учебное пособие для СПО / В.Б. Терёхин, Ю.Н. Дементьев. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 306 с. – (Серия: Профессиональное образование).
9. Троценко В.В. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии: учеб. пособие для СПО / В.В. Троценко, В.К. Федоров, А.И. Забудский, В.В. Комендантов. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 136 с. – (Серия: Профессиональное образование).
10. Хейфец А.Л. Инженерная 3D-компьютерная графика. В 2 т. Том 2: учебник и практикум для СПО / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева; под ред. А.Л. Хейфеца. – 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 279 с. – (Серия: Профессиональное образование).
11. Шишмарёв В.Ю. Автоматика: учебник для СПО / В.Ю. Шишмарёв. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 280 с. – (Серия: Профессиональное образование).
12. Ягодкина Т.В. Основы автоматического управления: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Т.В. Ягодкина, В.М. Беседин. М.: Издательство Юрайт, 2017. – 470 с. – (Серия: Профессиональное образование).