**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для практических работ

по учебной дисциплине «Основы автоматизации производства»

для студентов профессии15.01.05 «Сварщик (электросварочные и газосварочные работы)».

2016

Методические указания для практических работ по дисциплине­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­ для студентов профессии 15.01.05 «Сварщик (электросварочные и газосварочные работы)».

Составитель: Домрачева Л.Г.- преподаватель

Рекомендовано к использованию решением методического совета

ГБПОУ «ЗлатИК им.П.П. Аносова»

протокол № \_\_3\_\_ от \_21.06. 2017\_\_\_\_г.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**

**Тема:** Построение структурных и функциональных схем технологических процессов.

**Цель:** научиться читать и составлять простейшие структурные и функциональные схемы автоматических систем.

**Информационные источники:**

Шандров Б.В. Автоматизация производства (металлообработка): учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.В. Шандров, А.А. Шапарин, А.Д. Чудаков. – М.: Академия, 2004. – 256 с.

**Задания:**

Теоретические сведения

Информацию, подлежащую передаче, называют сообщением. В автоматике сообщением является электрический сигнал (сила тока, напряжение) определённой величины. Автоматические устройства состоят из элементов, каждый из которых может выполнить одну простейшую операцию с сигналом — носителем информации. Системы автоматики состоят из отдельных, связанных между собой элементов, каждый из которых выполняет определенную функцию. Элемент автоматики можно рассматривать как преобразователь энергии, на вход которого подается сигнал—некоторая величина X, а с выхода снимается сигнал— величина Y (рис. 1).

Рис. 1. Элемент автоматики

Элементами автоматики в зависимости от назначения являются: объекты управления; датчики; усилители; устройства управления; исполнительные механизмы; пр. Различные элементы автоматики выполняют каждый свою функцию в управлении технологическим процессом. Технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая действия, выполняемые в определенном порядке для изменения состояния объекта и определения этого состояния. Технологические процессы являются объектами управления.

Рис. 2. Упрощенная схема управления технологическим процессом

Датчики Д1 получают информацию о параметрах сырья, энергии и различных внешних воздействий; датчики Д2— о параметрах выходной продукции; датчики Д3— о текущем состоянии объекта управления.

Эта информация преобразуется датчиками во входные сигналы устройства управления. На основании информации датчиков устройство управления вырабатывает необходимые сигналы управления.

Устройствами, передающими управляющее воздействие, являются исполнительные механизмы ИМ. Они осуществляют непосредственное управление работой объекта управления.

Для изучения работы различных автоматических систем управления технологическими процессами используют их структурные, функциональные и принципиальные схемы.

**Функциональная и структурная схемы систем автоматики** (блок-схемы) используют для наглядности в изображении элементов автоматических систем и их функциональной зависимости. Они показывают общий принцип действия и структуру системы, служат для общего ознакомления с автоматическим устройством и являются основой для составления принципиальных схем. Составные части системы (блоки) представляются геометрическими фигурами (прямоугольниками, кружками), а их взаимодействие — линиями со стрелками. Блоки обозначаются буквами (словами), соответствующими выполняемым ими функциям. Число блоков зависит от детализации функций, выполняемых в системе. Каждый из видов автоматических систем имеют ряд общих функциональных узлов, позволяющих свести любую систему (управления, контроля, регулирования) к общей функциональной схеме.

Принципиальная схема дает подробное представление о работе и структуре автоматической системы. На этой схеме элементы и связи между ними изображают в виде условных графических обозначений, установленных Государственным стандартом (ГОСТ). Позиционные обозначения устройств или элементов принципиальной схемы также определяются требованиями ГОСТа. На рис. 3, а представлена простейшая принципиальная электрическая схема электропривода с двигателем постоянного тока, питаемым от генератора постоянного тока с независимым возбуждением, и тахогенератором на валу двигателя.

Рис. 3. Схема электропривода: а — принципиальная; б — структурная

На структурной схеме (рис. 3, б) все три элемента системы изображены в виде прямо- угольников, а функциональная связь между ними указана стрелками.

Для разработки системы автоматики нужно знать:

• Продукт, который мы хотим получить

• Операции, которые нужно выполнить для его получения

• Порядок выполнения операций

• Устройства, необходимые для выполнения этих операций

• Промежуточные величины, которые нужно контролировать для получения

• оптимального результата

Ход работы.

Задание 1. Запишите признаки структурной и принципиальной схем в таблицу 1. Какая из схем в таблице является блок-схемой, а какая – принципиальной? На основании каких утверждений вы сделали такой вывод?

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Схема | Признаки |
| Тип схемы: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 1.  2.  3.  4.  5. |
| Тип схемы: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 1.  2.  3.  4. |

Задание 2. Составьте структурную и функциональную схемы. Начертите её в таблице 2.

Сколько элементов работает в данной схеме? Какие функции они выполняют?

Какие сигналы для каждого из них являются входными? Выходными?

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Задание 3. Составьте другую принципиальную схему, которая будет соответствовать данной структурной схеме (б). Начертите её в таблице 3.

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Сколько элементов работает в данной схеме?

Какие функции они выполняют?

Какие сигналы для каждого из них являются входными? Выходными?

Составьте функциональную схему по данной принципиальной схеме.

Задание 4. Составьте функциональную схему технологического процесса по своей профессии.

Задание 5. Составьте структурную схему работы по своей профессии.

**Контрольные вопросы.**

1. Для чего используются в автоматике блок-схемы?

2. Как представляют в блок-схемах составные части системы? направление передачи сигнала?

3. Что означают буквы, написанные внутри блоков структурной схемы?

4. Для чего используют принципиальную схему?

5. Как изображают на принципиальной схеме элементы и связи между ними?

6. Что называется технологическим процессом?

7. Какой тип схемы использован для объяснения технологического процесса? Сколько элементов автоматики работает в данной схеме? Какие функции они выполняют?

8. Какие сигналы для каждого из них являются входными? Выходными?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2**

**Тема:** Изучение генераторных и параметрических датчиков.

**Цель:** Изучить устройство, принцип работы генераторных и параметрических датчиков.

**Информационные источники:**

Шандров Б.В. Автоматизация производства (металлообработка): учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.В. Шандров, А.А. Шапарин, А.Д. Чудаков. – М.: Академия, 2004. – 256 с.

**Задания:**

Теоретические сведения

Источниками первичной информации о ходе управляемого процесса являются датчики. Это чувствительные элементы автоматических систем, преобразующие контролируемые величины в выходные сигналы, удобные для передачи или дальнейшей обработки

Рис. 1 Функциональная схема электрического датчика.

Датчик состоит из двух частей: чувствительного элемента и преобразующего устройства.

При любом изменении интенсивности воздействия, воспринимаемого датчиком, происходит соответствующее изменение электрического сигнала датчика.

Основное свойство всякого электрического датчика: величина электрического сигнала в цепи датчика соответствует величине параметра, который контролирует датчик.

В устройствах автоматического контроля датчики служат для измерения величин, характеризующих работу технологического оборудования или качество вырабатываемой продукции. В устройствах автоматического регулирования на основании сигналов датчиков могут быть изменены параметры технологического процесса.

**Основные параметры датчиков.**

Оценку возможности использования датчиков в различных системах автоматики производят по следующим основным характеристикам: статическая характеристика; инерционность; порог чувствительности; погрешность.

**Классификация датчиков.**

По назначению электрические датчики делятся на датчики температуры; перемещения; давления; скорости; положения и т.д. По способу преобразования энергии – на генераторные и параметрические. Генераторные датчики. В каждом из генераторных датчиков неэлектрическое воздействие (нагрев, механическое вращение, освещение) непосредственно воспринимается самим датчиком и без вспомогательного электрического источника питания вызывает в его цепи электрический ток.

*Генераторные датчики* — это устройства, под влиянием неэлектрического воздействия создающие электрический сигнал без вспомогательных источников питания. К ним относятся: термоэлектрические; фотоэлектрические; пьезоэлектрические; тахометрические и т.д. Величина тока в цепи генераторного датчика зависит от интенсивности неэлектрических воздействий, которым подвергается датчик

*Термоэлектрические датчики.* Одним из примеров термоэлектрических датчиков является термопара. Она представляет собой два разнородных проводника, спаянных у одного из концов.

Рис. 2. Принцип действия термопары (а); его схема (б).

В основе работы датчика лежит явление термоэлектрического эффекта: если место спая нагреть, а свободные концы термопары присоединить к гальванометру, то между свободными концами датчика возникнет термо-ЭДС. Под действием термо-ЭДС в цепи появится электрический ток, вызывающий отклонение стрелки гальванометра. С увеличением нагрева термопары величина тока в рамке гальванометра соответственно возрастает.

Проводники А и Б термопары могут быть изготовлены из разнородных металлов и их сплавов (медь—константан, платина— копель, вольфрам—молибден и др.).

Значение термо-ЭДС для различных типов термопар составляет от десятых долей Вольт до десятков мВ. Например, для термопары медь—константан она изменяется от -4,3мВ до —6,18 мВ при изменении температуры спая от +100 до —260 °С. Использование в термопарах различных металлов позволяет измерять температуру в пределах от —200 до +2500 °С.

Термопары обеспечивают преобразование тепловой энергии в электрическую.

1*. Пьезоэлектрические датчики.*

Принцип действия датчика основан на прямом пьезоэффекте. Он заключается в том, что некоторые материалы (природные — кварц, турмалин; искусственные — сегнетовая соль, титанат бария и др.) при воздействии на них механических нагрузок образуют на гранях своих поверхностей электрические заряды.

Рис. 3 Принцип действия пьезоэлектрического датчика.

Пьезоэлектрические датчики конструктивно представляют собой набор из нескольких пластин, подобранных таким образом, чтобы заряды одноименно заряжающихся плоскостей складывались. Такое конструктивное решение позволяет повысить чувствительность датчика.

В пьезоэлектрических датчиках происходит преобразование переменных механических сил, действующих на датчик, в электрический заряд.

Пьезоэлектрические датчики применяют для измерения характеристик быстропротекающих процессов—вибраций, переменных давлений, усилий и др.

*2. Тахогенераторный датчик*.

Одними из распространенных генераторных датчиков являются маломощные электрические машины, работающие в режиме генератора. Они могут служить в качестве электрического тахометра — прибора для измерения скорости вращения валов. Если ротор такой машины привести во вращение, то на ее щетках возникает напряжение, величина которого будет прямо пропорциональна скорости вращения.

Рис. 4 Тахогенераторный датчик (а); его характеристика (б); схема тахогенератора постоянного тока (в).

Тахогенераторный датчик преобразует угловую скорость вращения его вала ωвх в Э.Д.С. тахогенератора eвых .

В зависимости от выходного напряжения различают тахогенераторы постоянного и переменного тока. Эти датчики применяют при автоматизации подъемных установок, конвейерных линий и т.д.

*3. Фотодатчики.*

Фотоэлектрические датчики используются в автоматике для преобразования в электрический сигнал различных неэлектрических величин: механических перемещений, скорости вращения тел, размеров и количества движущихся предметов, освещенности, прозрачности жидкой или газовой сред и т.д.

Рис. 5 Устройство и схема включения селенового фотоэлемента

Световой поток Ф, проходя через полупрозрачную пленку из золота 1 (электрод) и запирающий слой 2, попадает на полупроводник 3 и создает вентильный фотоэффект. Вторым электродом служит стальная пластина 4. Возникшая э. д. с. Еф создает ток во внешней электрической цепи с сопротивлением нагрузки Rн, в качестве которой служит электронный усилитель.

Достоинствами вентильных фотоэлементов являются отсутствие необходимости во внешнем источнике питания и большая чувствительность, недостатками — инерционность, необходимость применения чувствительных усилителей, малый кпд.

В горном деле фотоэлементы применяют как составную часть фотоэлектронных усилителей и реле, используемых в системах автоматического управления наружным освещением, для определения запыленности воздуха, контроля уровня, взаимного положения ковша экскаватора и транспортного средства и т. д.

**Параметрические датчики.**

Во второй группе датчиков преобразование входной неэлектрической величины Ψ в выходную величину, являющуюся параметром электрической цепи (сопротивление, индуктивность, ёмкость) происходит при включении в их цепь источника питания. Параметрические датчики—это устройства, включаемые в цепь вспомогательного источника питания и изменяющие свое электрическое сопротивление под влиянием того или иного неэлектрического воздействия.

Величина тока в цепи параметрического датчика зависит:

• от интенсивности неэлектрических воздействий, которым подвергается датчик;

• от э. д. с. вспомогательного источника питания.

В технике датчики данного типа применяются в основном для измерения линейных перемещений и углов поворота различных механизмов и приборов. Большинство их включается в цепь с источником постоянной э. д. с.

Электрическим сигналом параметрического датчика является сила тока в цепи датчика.

1. Датчики активного сопротивления.

1) Потенциометрический датчик представляет собой переменный резистор (потенциометр), состоящий из плоского, цилиндрического или кольцевого каркаса, на который намотана тонкая проволока из константана или нихрома, и подвижного контакта (щетки), имеющего механическую связь с объектом.

Рис. 6 Потенциометрический датчик

При перемещении объекта изменяется активное сопротивление цепи, и, следовательно, ток в цепи датчика.

2) Терморезисторные датчики основаны на свойстве воспринимающего элемента— терморезистора изменять своё сопротивление при изменении температуры. Терморезисторы изготавливают из металлов (медь, железо, никель, платина и др.) и полупроводников (смеси окислов металлов — меди, марганца, кобальта, спекаемых при высокой температуре). Металлический терморезистор выполняется из проволоки, например, медной, диаметром примерно 0,1 мм, намотанной в виде спирали на слюдяной, фарфоровый или кварцевый каркас. Такой терморезистор заключен в защитную трубку с выводными зажимами, которая затем размещается в точке контроля температуры объекта (в корпусе подшипника, двигателя и т. п.)

Рис. 7 Терморезисторный датчик

При изменении температуры объекта изменяется активное сопротивление выходной цепи.

С ростом температуры °С сопротивление R металлических терморезисторов возрастает, а большинства полупроводниковых — уменьшается. Достоинством полупроводниковых терморезисторов является их высокая термочувствительность.

3) *Термисторы.* В термисторах термочувствительный элемент выполнен из полупроводникового материала. Обычно используют смесь оксидов металлов — марганца, титана, никеля и др.

Полупроводниковые терморезисторы изготовляются в виде небольших стержней и дисков с выводами, размещаемых в защитных металлических чехлах. Например, стержни медно- марганцевого ММТ-1 и кобальто-марганцевого КМТ-1 терморезисторов имеют длину 12 мм и диаметр 1,8 мм. Для защиты от влияния окружающей среды термистор помещают в корпус или покрывают лаком.

2. Индуктивные датчики. Это датчики, выполненные в виде катушек (из медной проволоки) с ферромагнитными сердечниками.

Рис. 8 Схемы индуктивных датчиков: а) перемещения; б) термометрического.

В индуктивных датчиках механическое перемещение узла объекта управления, нагрев сердечника или механическое воздействие на него преобразуется в изменение реактивного сопротивления индуктивной катушки дросселя и, следовательно, силы тока в цепи датчика

1) Магнитоупругий датчик (рис. 2.10) основан на свойстве ферромагнитных материалов изменять магнитную проницаемость при их деформации—растяжении (а) или сжатии (б).

Конструктивно магнитоупругий датчик представляет собой катушку 1 с замкнутым магнитопроводом 2. Контролируемое усилие Р, деформируя сердечник, изменяет его магнитную проницаемость и, следовательно, индуктивное сопротивление катушки.

Рис. 9 Схема магнитоупругого тензометрического датчика, реагирующего на растяжение.

Магнитоупругие датчики используются для контроля усилий (например, при загрузке скипов и посадке клетей на кулаки), горных давлений и т. п. Такие датчики просты по устройству и надежны в работе.

2) Герконовые датчики (рис. 10) используются для контроля положения объектов. Воспринимающий элемент датчика — геркон представляет собой ампулу 1, внутри которой запаяны контактные пружины (электроды) 2, изготовленные из ферромагнитного материала. Герметичность ампулы исключает вредное воздействие среды на контакты, повышая надежность их работы. Контакты геркона, расположенного в контролируемой точке пространства, замыкаются под действием магнитного поля, которое создается постоянным магнитом или электромагнитом, установленным на подвижном объекте.

Рис. 10 Схема герконового датчика

*3. Ёмкостные датчики.* Их обычно выполняют в виде конденсаторов с перемещающимися обкладками (пластинами). Перемещая одну пластину относительно другой, изменяют расстояние между ними или площадь перекрытия пластин (рис.11). Емкость конденсатора, а, следовательно, и ток в цепи источника переменного напряжения соответственно изменяются. Такие емкостные датчики реагируют на механическое перемещение.

Рис. 11 Принципиальные схемы емкостных датчиков: а — с поступательным перемещением пластин; б — поворотного типа.

В технике датчики данного типа применяются в основном для измерения линейных перемещений и углов поворота различных механизмов и приборов.

Ход работы

Задание 1. Начертите схему классификации датчиков.

|  |
| --- |
|  |

Задание 2. Заполните таблицу 1

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Схемы генераторных датчиков | Датчик | Контролируемая величина | Примечание |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |

Задание 3 Заполните таблицу 2

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/ п | Схема датчика | Датчик | Контролируемая величина | Изменяющий ся параметр датчика | Примечание |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |

**Контрольные вопросы:**

1. Какой сигнал подают на вход каждого элемента автоматики? Какие преобразования выполняются внутри него?

2. Какое устройство можно назвать датчиком?

3. Приведите пример датчика и объясните, почему Вы считаете данное устройство датчиком. 4. На какие группы делятся датчики?

5. На основании какого свойства описанных датчиков можно сделать вывод, что они являются генераторными датчиками?

6. В чём особенность генераторных датчиков? Приведите примеры.

7. Какая выходная величина является электрическим сигналом генераторного датчика? Подтвердите это объяснением принципа работы датчика.

8. От чего зависит величина сигнала в цепи генераторного датчика?

9. В чём особенность параметрических датчиков? Приведите пример параметрического датчика.

10. От чего зависит величина сигнала в цепи параметрического датчика? 11. Назовите основное свойство датчика.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3**

**Тема:** Изучение операционных усилителей.

**Цель:** Ознакомиться с элементами операционного усилителя, изучить принцип его работы; понимать назначение усилителя в системах автоматического регулирования.

**Информационные источники:**

Шандров Б.В. Автоматизация производства (металлообработка): учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.В. Шандров, А.А. Шапарин, А.Д. Чудаков. – М.: Академия, 2004. – 256 с.

**Задания:**

Теоретические сведения

Операционным называют электронный усилитель постоянного тока, выполненный в виде интегральной микросхемы.

Идеальным операционным усилителем называют усилитель постоянного тока с дифференциальным входом и одним выходом (рис.1), имеющий бесконечно большой коэффициент усиления напряжения, бесконечно большое входное сопротивление и нулевое выходное сопротивление.

У реального операционного усилителя дифференциальный коэффициент усиления по напряжению КU достигает нескольких миллионов. Операционные усилители обладают весьма высоким входным сопротивлением (нескольких сотен кОм) и низким выходным сопротивлением Rвых (от десятков до сотен Ом).

Для питания операционного усилителя обычно используют два разнополярных источника +ЕП1 и —ЕП 2 , позволяющие получить выходной потенциал, равный в со- стоянии покоя нулю.

Рис. 1 Операционный усилитель.

Чтобы собирать разнообразные устройства на базе одного усилителя, внешние цепи обратной связи операционного усилителя подключают к различным точкам микросхемы.

Для построения линейных усилителей применяют операционные усилители с отрицательной обратной связью.

В зависимости от того, находится ли входной сигнал в противофазе или в фазе с выходным, различают инвертирующий (Вх 1) и неинвертирующий (Вх 2) входы. В зависимости от того, на какой из входов подается напряжение входного сигнала, различают неинвертирующий и инвертирующий усилители.

Интегральные операционные усилители являются универсальными, выполняющие математические операции, генерирующие, усиливающие и преобразующие сигналы. Результирующие характеристики устройства определяются только параметрами компонентов цепи внешней обратной связи.

Задание

1. Дайте определение операционного усилителя.

2. Начертите операционный усилитель. Обозначьте на схеме вход и выход усилителя; подключение источника питания. 3. Чем отличается идеальный операционный усилитель от реального? Заполните таблицу 1

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Коэффициент усиления по напряжению КU | Входное сопротивление Rвх | Выходное сопротивление Rвых |
| Идеальный операционный усилитель |  |  |  |
| Реальный операционный усилитель |  |  |  |

4. Какую функцию выполняет операционный усилитель в данной схеме пуска асинхронного электродвигателя? **Найдите** ответ в описании работы схемы. При нажатии кнопки SBC появляется сигнал на входе триггера и им запоминается. Сигнал с выхода триггера усиливается. Под действием выходного напряжения операционного усилителя втягивается сердечник контактора КМ1, который своими силовыми контактами подключает электродвигатель М к сети.

При отпускании кнопки SBC схема остается в работе.

При нажатии кнопки SBT или срабатывании теплового реле КК на выходе элемента И-НЕ появляется сигнал, поступающей на вход триггера. Триггер перебрасывается. Сигнал на его выходе исчезает, снимается напряжение катушки контактора. Электродвигатель отключается от сети.

Заполните таблицу 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема усилителя | Выход | Инвертирующий вход | Неинвертирующий вход | Элемент обратной связи |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Контрольные вопросы**

1. Какие усилители называют операционными?

2. Почему для питания операционного усилителя обычно используют два разнополярных источника?

3. В чём различие между инвертирующим и неинвертирующим усилителями?

4. Какие операции могут выполнять интегральные операционные усилители?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4**

**Тема:** Изучение регулирующей и распределительной аппаратуры гидравлических систем.

**Цель:** Изучить назначение, устройство и работу регулирующей и распределительной аппаратуры гидравлических систем.

**Информационные источники:**

Шандров Б.В. Автоматизация производства (металлообработка): учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.В. Шандров, А.А. Шапарин, А.Д. Чудаков. – М.: Академия, 2004. – 256 с.

**Задания:**

Теоретические сведения

Регулирующая аппаратура предназначена для регулирования скорости перемещения штока гидроцилиндра и величины усилия за счёт изменения количества жидкости, протекающей в единицу времени через трубопровод, и давления жидкости в отдельных полостях гидропривода.

**К регулирующей аппаратуре относятся:** дроссели, предохранительные клапаны, напорные золотники, обратные клапаны.

**Дроссели** предназначены для регулирования скорости движения подвижного элемента (поршня) гидроцилиндра путем изменения сечения проходного отверстия дросселя.

Дроссели предназначены для регулирования скорости движения подвижного элемента (поршня) гидроцилиндра путем изменения сечения проходного отверстия дросселя. На рис. 10, а показана конструкция щелевого дросселя. Масло подводится к отверстию 1 в корпусе 3 дросселя, затем через щель в и внутреннюю полость валика 2 к отверстию 7 и далее — в гидросистему. Ширина щели в может изменяться поворотом валика 2, установка которого в требуемое положение производится с помощью лимба 4, а фиксация —накатной гайкой 5. Отверстие 6 служит для слива масла, просочившегося через зазоры.

**Предохранительные клапаны** служат для ограничения повышения давления в какой-либо полости гидравлической системы.

**Предохранительный шариковый клапан.** Шарик 1 удерживается в седле сильной пружиной 2, натяжение которой регулируется винтом 3. Натяжение пружины определяет максимально допустимое давление в полости А, при превышении которого жидкость из полости А вытекает в полость Б через предохранительный клапан.

Так как жидкость подается насосом с некоторой пульсацией, шарик тоже будет открывать и закрывать отверстие периодически, вследствие чего будет иметь место и пульсация давления в полости Б. Для уменьшения ее применяют предохранительные клапаны с переливным золотником.

Предохранительные клапаны с переливным золотником служат для поддержания определенного постоянного давления в гидросистемах, а также для предохранения их от перегрузки.

Рис.2 конструкция предохранительного клапана с переливным золотником типа Г52-1.

Масло под давлением через канал Б и отверстие В в демпфере золотника 5 поступает в полость Ж и под шариковый клапан 2, настроенный на определенное давление. Пока давление в системе не преодолеет усилия, на которое настроена пружина 1, гидравлически уравновешенный золотник пружиной 4 удерживается в крайнем нижнем положении, перекрывая выход масла на слив. При повышении давления в гидросистеме шариковый клапан 2, преодолевая усилие пружины 1, открывается. Из полости Ж по каналу Д масло поступает на слив, вследствие чего давление в полости Ж понижается, при этом равновесие сил, действующих на золотник 5, нарушается. Последний под давлением масла в полостях Г и Е поднимается, соединяя полости давления со сливом. Это приводит к уменьшению давления в гидросистеме. При падении давления в ней ниже того, на которое настроена пружина 1, шариковый клапан 2 закрывается, не допуская проход масла на слив. Давление в полостях Г, Е и Ж при этом выравнивается, и золотник 5 под действием пружины 4 опускается, перекрывая слив масла в бак.

Для разгрузки гидросистемы (снятия давления) через отверстие А масло спускают из полости Ж. Разгрузка может производиться и с помощью дистанционного управления. Для этого пробку 3 удаляют и к отверстию А присоединяют сливной трубопровод с краном дистанционного управления.

**Обратные клапаны** предназначены для пропускания жидкости только в одном направлении.

• Клапан типа Г51-2. Под давлением масляного потока, подводимого через отверстие А под клапан 1, последний, преодолевая усилие пружины 2, приподнимается над седлом 3 и открывает проход маслу к отверстию Б. При изменении направления масляного потока клапан прижимается к седлу, перекрывая путь маслу в обратном направлении.

**Золотник напорный** позволяет изменить напор жидкости в трубопроводе.

Напорные золотники с обратным клапаном используются для пропуска потока масла в одном (прямом) направлении при заданном давлении и в другом (обратном) — с минимальным сопротивлением. На рис. 11 приведена конструкция напорного золотника с обратным клапаном типа Г66-2. Масло подводится в полость А.

Рис. 4.3 Золотник напорный с обратным клапаном. Пружина 1 отжимает золотник 2 в крайнее нижнее положение, разъединяя полости А и Г, при этом последняя соединяется с полостью гидроцилиндра. Одновременно через отверстие Б и полость В давление передается на нижний торец золотника 2. Когда давление в системе преодолевает усилие пружины 1, золотник поднимается, полости А и Г соединяются, и масло под давлением проходит в полость гидроцилиндра. В обратном направлении масло проходит, отжимая золотник 3 в крайнее нижнее положение. Распределительная аппаратура Распределительная аппаратура предназначена для управления потоками жидкости в гидросистемах путём изменения их направления, а также включения и выключения отдельных участков гидросистемы при поступлении внешних сигналов управления – вручную или с помощью системы управления. К распределительной аппаратуре относятся: • Краны (вентили). Применяют в цепях управления. Переключают поворотом пробки. • Золотники реверсивные. Применяют для изменения направления движения рабочих органов. Бывают с ручным и автоматическим управлением. Золотник позволяет направить жидкость под давлением в ту или другую полость гидроцилиндра для осуществления прямого и обратного ходов или путем соединения линии нагнетания и обеих полостей гидроцилиндра с баком остановить движение поршня в любом месте на пути его перемещения.

З о л о т н и к и р е в е р с и в н ы е предназначены для изменения направления движения (реверсирования) рабочих органов. Золотники бывают с ручным и автоматическим управлением (от кулачка, с электрическим и электрогидравлическим управлением). На рис. , а приведена конструкция четырехходового золотника с управлением от кулачка (типа Г74-21). При освобожденном рычаге 1 золотник 2 занимает крайнее верхнее положение, при котором полость А соединяется с Б и В с Г. При таком положении золотника 2 обеспечивается проход масла под давлением из полости В в полость Г и далее в одну из полостей гидроцилиндра, а так\* же выпуск масла на слив через полости Б и А из другой его полости. При нажатии кулачка (на рисунке не показан) на рычаг 1 золотник 2 перемещается вниз, и потоки масла реверсируются. На рис. 4 ,б изображена схема реверсивного золотника с электромагнитным приводом на три положения (типа Г73-1). Этот золотник позволяет направить жидкость под давлением в ту или другую полость гидроцилиндра для осуществления прямого и обратного ходов или путем соединения линии нагнетания и обеих полостей гидроцилин- дра с баком остановить движение поршня в любом месте на пути его перемещения. Во втулке 4 перемещается плунжер 7 золотника, который может занимать три положения. При среднем положении, как это показано на рисунке, жидкость под давлением из трубопровода 11 беспрепятственно проходит по полостям втулки 4 и трубопроводам 10 и 12 на слив. При этом из обеих полостей гидроцилиндра жидкость по трубам 5 и 6 через полости втулки 4 также уходит на слив. Этому среднему положению плунжера соответствует останов поршня гидроцилиндра, 30 При подаче напряжения на электромагнит 1 последний через штифт 2 перемещает плунжер 7 вправо, при этом жидкость под давлением из трубопровода 11 пойдет к трубопроводу 5 в первую полость гидроцилиндра, а его вторая полость через трубопровод 10 соединится со сливом. Когда напряжение будет снято, плунжер 7 под действием пружины 3 возвратится в среднее положение. Если подать напряжение на электромагнит 9, то последний через штифт 8 переместит плунжер 7 влево и жидкость под давлением будет подаваться во вторую полость гидроцилиндра, а из его первой полости пойдет на слив. Функции регулирующей и распределительной аппаратуры пневматического привода аналогичны функциям этих аппаратов в гидравлических системах. Трубопроводы служат для соединения отдельных элементов гидравлического привода. Для трубопровода обычно используются стальные бесшовные трубы с наружным диаметром от 14 до 28 мм. Для внутреннего монтажа применяют медные трубы. Присоединение трубопроводов осуществляют главным образом с помощью нормализованных резьбовых штуцеров или фланцев. Сечения трубопроводов выбирают исходя из допустимой скорости течения по данному участку масла. Во всасывающих трубопроводах скорость составляет до 1,5—2 м/с, в нагнетательных и сливных — до 6—7 м/с, если длина трубопровода не превышает 100 d, а при большей его длине скорость снижают до 3—3,5 м/с. Гидробаки должны иметь достаточную емкость, чтобы циркулирующее в гидросистеме масло не перегревалось. Размеры бака могут быть определены на основе теплового расчета. Ориентировочно объем бака можно принимать равным (1,5—3)QH, где QH — минутная производительность всех насосов системы. В качестве бака могут быть использованы те или иные отсеки корпусных деталей станка. В ряде случаев он является самостоятельной емкостью. Конструкция бака должна обеспечивать сохранность масла в чистоте и исключать возможность попадания в него каких-либо частиц извне. Для очистки масла в гидросистемах применяются разнообразные фильтры: сетчатые, войлочные, пластинчатые, центробежные с магнитными сепараторами и др Задание. 1. Запишите, для чего предназначена регулирующая и распределительная аппаратура в гидравлических и пневматических системах 2. Изучите устройство регулирующей и распределительной аппаратуры по схеме и приборам. 3. Заполните таблицу 4.1, укажите названия узлов регулирующей и распределительной аппаратуры, их функцию.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема устройства аппарата | Конструкция | Условное обозначение | Наименование аппарата | Назначение аппарата |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Контрольные вопросы:**

1. Опишите работу регулирующих и распределительных аппаратов гидравлических и пневматических систем.

2. Какие ещё аппараты и устройства необходимы для работы гидравлических и пневматических систем?

3. Для чего предназначены трубопроводы; гидробаки; фильтры?

4. Какие требования предъявляются к устройству трубопроводов?

5. От чего зависит ёмкость и конструкция гидробака?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5**

**Тема:** Контрольно-измерительные приборы

**Цель:** изучить назначение, классификацию технических измерительных приборов.

**Информационные источники:**

Шандров Б.В. Автоматизация производства (металлообработка): учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.В. Шандров, А.А. Шапарин, А.Д. Чудаков. – М.: Академия, 2004. – 256 с.

**Задания:**

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



1. Какие технические рабочие приборы называются показывающими?
2. Какую возможность дают самопишущие приборы?
3. Что имеют регулирующие приборы?
4. Что такое измерительные автоматы?
5. Заполните классификационную схему деления технических рабочих приборов по характеру передачи показаний



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



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



1. Что называется погрешностью?
2. Каким требованиям должны удовлетворять погрешности приборов?
3. Как разделяются приборы по точности измерения?
4. Чему соответствует класс точности?
5. Что такое допустимая погрешность?
6. Что такое ремонтопригодность?
7. Эксплуатационная технологичность – это….
8. Ремонтная технологичность – это ….
9. Как обеспечивается ремонтопригодность изделия?
10. Чем характеризуется ремонтопригодность?
11. Что такое взаимозаменяемость?
12. Какая взаимозаменяемость называется полной?
13. Что означает не полная взаимозаменяемость?
14. Что является одной из основных предпосылок взаимозаменяемости?

КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

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

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

Измерительные приборы делятся на образцовые и рабочие.

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

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

По назначению технические рабочие приборы делятся на показывающие, самопишущие, сигнализирующие, регулирующие и измерительные автоматы. Показывающие — приборы, по которым только отсчитывают измеряемую величину в данный момент времени. Самопишущие (регистрирующие) приборы снабжены устройством для автоматической регистрации (записи) значения измеряемой величины за все время работы прибора. Они дают возможность получить данные для последующего анализа работы объекта или хода технологического процесса путем обработки картограммы прибора. Самопищущие приборы могут иметь также показывающее устройство, в этом случае они одновременно являются показывающими и самопишущими. Сигнализирующие приборы имеют специальные приспособления для включения световой или звуковой сигнализации при достижении измеряемой величиной заранее заданного значения. Регулирующие приборы имеют специальное устройство, предназначенное для автоматического поддержания измеряемой величины на заданном значении или для изменения ее по заданному закону. Такие приборы могут иметь показывающее или регистрирующее устройство, или одновременно и то и другое. Измерительные автоматы — это приборы с устройством, выполняющим по результатам измерения определенную работу, согласно установленной для них программе. Их применяют при взвешивании и дозировке жидких и сыпучих веществ, управлении работой технологического оборудования, сортировке продукции и других операциях.

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

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

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

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

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

С какой бы тщательностью ни было сделано измерение, оно сопровождается погрешностями, в той или иной степени искажающими результат измерения. Погрешностью называется разность между показанием прибора и действительным значением изменяемой величины. Погрешности приборов не должны выходить, за пределы, установленные стандартами, нормалями и техническими условиями для данного метода измерения. По точности измерения приборы разделяются по классам, обозначаемым цифрами: 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,4; 0,5; 0,6; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0. Обычно цифры, соответствующие классу точности прибора, наносят на шкалу и заключают в окружность. Класс точности выражается числом погрешности, соответствующей нормальным условиям работы прибора, т. е. нормальному положению прибора, нормальной температуре окружающей среды и др. Например, для прибора класса 1,5 со шкалой 0—1000° С допустимая погрешность будет равна ±15° С, для прибора того же класса, но со шкалой 0— 500° С допустимая погрешность будет ±7,5° С, а для прибора того же класса с двусторонней шкалой от —50 до +100° С — ±2,25° С. Иначе говоря, допустимая погрешность вычисляется от алгебраической разности верхнего и нижнего пределов измерения. Допустимая погрешность — наибольшая погрешность показания прибора, допускаемая нормами. Она характеризуется поставленными перед ней знаками плюс и минус или одним из этих знаков, если распространяется только на одни положительные или отрицательные значения допустимых нормами погрешностей. В настоящее время на промышленных предприятиях применяют в основном приборы классов точности 0,4; 0,5; 0,6; 1; 1,5. Приборами класса 0,1; 0,15; 0,2 и 0,25 пользуются пока еще мало, а приборы классов 2,0; 2,5 и 4 применяют все реже, потому что их низкая точность не удовлетворяет возросшим требованиям промышленных технологических процессов.

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

Взаимозаменяемость, свойство деталей или узлов машин, агрегатов, механизмов, аппаратов и др. технических конструкций, позволяющее заменить их или монтировать без дополнительной обработки при сохранении всех требований, предъявляемых к работе данного узла, механизма машины или конструкции в целом. В более широком смысле взаимозаменяемость — комплексное понятие, характеризующее направление в развитии современной техники. В этом смысле взаимозаменяемость включает в себя вопросы проектирования, технологии и эксплуатации машин, приборов и др. Взаимозаменяемость имеет огромное народнохозяйственное значение и является одной из важнейших предпосылок организации массового и крупносерийного производства. Лишь при обеспечении взаимозаменяемости возможно широкое кооперирование производства (в масштабах не только одной, но и нескольких стран), основанное на изготовлении деталей и узлов одних и тех же машин на различных специализированных предприятиях. Если взаимозаменяемость обусловливает выпуск из производственных цехов в сборочные номинально одинаковых по назначению, конструкции и размерам деталей, полностью отвечающих качественным и физическим требованиям, а по форме и размерам соответствующих тем рабочим местам в механизмах, которые детали должны занимать, то такая взаимозаменяемость называется полной. Например, электролампы (диаметры и резьба цоколей), штепсельные вилки, лезвия бритв, винты, гайки, подшипники качения и др. могут применяться только при условии полной взаимозаменяемости. В ряде случаев экономически или технически выгодна незначительная дополнительная обработка одной из сопрягаемых деталей при сборке, или предварительная сортировка деталей и их монтаж по группам, без всяких, однако, ручных операций пригонки по месту, или подбор отдельных деталей из партии по их размерам и т.д. — это так называемая неполная взаимозаменяемость. Она применяется преимущественно при сборке машин и приборов на предприятии и сравнительно редко распространяется на запасные части. Одной из основных предпосылок взаимозаменяемость является выполнение размеров сопрягаемых деталей в пределах установленных допусков.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6**

**Тема:** Механизация и автоматизация сварочного производства

**Цель:** изучить средства механизации и автоматизации сварочного производства.

**Информационные источники:**

Шандров Б.В. Автоматизация производства (металлообработка): учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.В. Шандров, А.А. Шапарин, А.Д. Чудаков. – М.: Академия, 2004. – 256 с.

**Задания:**

1. Изучить теоретический материал, ответить на контрольные вопросы.
2. Выполнить таблицу «Классы оборудования»

Теоретический материал

При рассмотрении сварочных операций различают механизацию и автоматизацию основных и вспомогательных работ. Механизация основных работ, например, применительно к дуговой сварке, включает подачу присадочных, защитных и вспомогательных материалов в зону плавления и перемещение сварочного инструмента (или группы инструментов) вдоль линии соединения во время сварки. При автоматизации основных работ (той же дуговой сварки) автоматическое управление выполняет следующие функции: возбуждение дугового процесса с изменением параметров режима от нулевых до заданных значений в начале сварки; стабилизацию параметров режима в течение сварки или заданное их изменение; прекращение дугового процесса при изменении параметров режима от заданных значений до нулевых; корректировку положения сварочного инструмента в процессе сварки в зависимости от случайных отклонений линии соединения свариваемых элементов от расчетного положения; корректировку значений параметров процесса сварки в зависимости от случайных отклонений параметров соединения свариваемых элементов на входе в зону сварки и в зоне сварки, а также параметров получаемого сварного соединения на выходе из зоны сварки (по сравнению с расчетными значениями).

Механизация вспомогательных работ на сварочных станках и установках охватывает загрузку и закрепление заготовок и последующие раскрепление и выгрузку сваренного изделия, перевод сварочного инструмента из исходного положения в точку начала сварки, отвод инструмента из точки окончания сварки в исходное положение, а также перемещение сварочного инструмента между точками или участками сварки.

Автоматизация вспомогательных работ кроме перечисленных выше включает автоматический переход на сварку после выполнения соответствующих вспомогательных операций.

Комплексная механизация и автоматизация сварочного производства предполагает интеграцию как родственных, так и неродственных технологических процессов, совмещенных в едином комплексе электросварочного оборудования. Примерами совмещения родственных процессов могут служить: контактная стыковая сварка и термообработка термоупрочняемых сталей и сплавов; дуговая сварка под флюсом и наплавка; многоэлектродная контактная точечная или шовная сварка и т. д. Примерами интеграции неродственных технологий являются, например: стыковая сварка со срезкой грата; автоматическая ориентация шва относительно горелки; автоматическая сборка, в том числе с подогревом для плотной посадки деталей; сварка и съем готовых изделий; плазменная резка и автоматическая маркировка заготовок; плазменно-механическая обработка тел вращения и др.

К перспективным направлениям повышения уровня механизации и автоматизации сварочного оборудования следует отнести переналаживаемое сварочное оборудование с интеграцией родственных и неродственных сварке технологических процессов, построенную на агрегатно-модульном принципе с высокой степенью унификации.

При высоких требованиях к качеству сварных соединений и служебным свойствам изделия необходимо автоматическое управление параметрами процесса сварки в функции целого ряда факторов, из которых многие определяются случайными отклонениями размеров и положения соединяемых элементов объекта сварки. Такое автоматическое управление наиболее эффективно в том случае, когда для выработки управляющих воздействий используется ЭВМ, осуществляющая одновременный контроль большого количества переменных и учет сложных и разнообразных связей между ними.

Для реализации автоматизированных многофункциональных систем управления технологическими процессами, построенных на базе средств вычислительной техники (АСУ ТП), необходимо автоматическое измерение параметров процесса сварки и параметров объекта сварки. Так, для дуговой сварки параметры объекта сварки в общем случае должны измеряться до зоны плавления (положение линии соединения свариваемых элементов, величина зазора между ними или сечение разделки, величина превышения кромок и т. д.), в зоне плавления (глубина проплавления, размеры сварочной ванны, температура и др.) и после зоны плавления (геометрические параметры сварного соединения, наличие и характеристики внешних и внутренних дефектов). В АСУ ТП эта информация обрабатывается с помощью управляющего вычислительного комплекса (УВК) и используется для представления оператору и документирования (режим измерительно-информационной системы), для выдачи рекомендаций по изменению параметров режима сварки (режим советчика оператору) и для автоматического управления технологическим процессом (автоматический режим). Обычно развитие АСУ ТП для новых задач и производственных условий происходит именно в такой последовательности.

Сварочное оборудование считается пригодным для использования в составе АСУ ТП, если оно удовлетворяет следующим требованиям: наличия датчиков параметров процесса и датчиков состояния объекта сварки и оборудования или возможностью размещения таких датчиков без нарушения функционирования и удобства обслуживания сварочного оборудования; пригодностью исполнительных элементов и механизмов сварочного оборудования для использования в качестве исполнительных элементов систем автоматического регулирования и управления (по кинематическим и динамическим характеристикам, жесткости, достижимой точности и т. д.); энергетической и информационной совместимостью выходов (входов) измерительных средств (датчиков) с входами (выходами) управляющего вычислительного комплекса.

Сварочное оборудование, работающее в контуре АСУ ТП, например для другой сварки, должно оснащаться следующими датчиками: скорости подачи электродного (присадочного) материала; наличия и силы сварочного тока; напряжения на дуге; состава и расхода защитных материалов; наличия достаточного запаса основных, защитных и вспомогательных материалов; положения свариваемых элементов и линии их соединения; величин превышения кромок, зазора, сечения разделки, глубины проплавления; температуры изделия; размеров сварочной ванны, положения дуги относительно линии соединения свариваемых элементов; размеров элементов полученного сварного соединения; наличия и количественных характеристик его внешних и внутренних дефектов; положения и скорости звеньев манипуляционной системы.

Для диагностики состояния сварочного оборудования необходимы датчики потребляемой мощности, датчики сил и моментов в кинематических звеньях и др.

Все датчики и другие устройства сварочного оборудования должны быть пригодны для работы в условиях сварочного процесса; характеризуемого, например, при дуговой сварке, повышенной запыленностью, загазованностью, близостью к источникам теплового и светового излучения, сильных электромагнитных полей в широком диапазоне частот. Следует отметить, что в настоящее время отсутствуют отработанные технические решения по многим перечисленным датчикам.

Существуют два подхода к автоматизации производственных процессов и операций: 1) автоматизация существующего оборудования в рамках его модернизации; 2) создание оборудования, специально ориентированного на использование определенных методов и технических средств автоматизации. Опыт многих отраслей промышленности и, в первую очередь, станкостроения, показал несомненные преимущества второго подхода.

Кажущиеся простота и экономическая целесообразность первого подхода при его практической реализации оборачиваются множеством переделок и компромиссных технических решений, связанных с тем, что оборудование с ручным управлением часто не обладает теми характеристиками, которые требуются для осуществления автоматического управления. Наиболее часто встречающимися проблемами такого рода являются: отсутствие механизированных приводов или неподходящая их кинематика; зазоры в передачах и направляющих; отсутствие необходимых блокировок и ограничителей, а также четкой кинематической связи между каретками со сварочным аппаратом или инструментом и направляющими (связь осуществляется под действием сил трения); недостаточная стабильность характеристик исполнительных элементов; отсутствие свободного пространства для размещения датчиков и других дополнительных элементов, необходимых для АСУ ТП; ухудшение обзора зоны сварки при доработке для автоматизации; несовместимость входных и выходных сигналов существующих технических средств с теми, которые необходимо дополнительно использовать при автоматизации.

Генеральной линией автоматизации сварки должно быть создание нового высокоавтоматизированного оборудования, ориентированного на современные методы и средства автоматизации.

Контрольные вопросы:

1. Что включает в себя механизация основных работ при дуговой сварке?
2. Какие функции выполняет автоматическое управление при автоматизации основных работ при дуговой сварке?
3. Что относят к перспективным направлениям повышения уровня механизации и автоматизации сварочного оборудования?
4. В каких случаях автоматическое управление наиболее эффективно?
5. Что необходимо для реализации автоматизированных многофункциональных систем управления технологическими процессами, построенных на базе средств вычислительной техники (АСУ ТП)?
6. Как должны измеряться параметры объекта сварки при выполнении дуговой сварки?
7. В каком случае сварочное оборудование считается пригодным для использования в составе АСУ ТП?
8. Какими датчиками должно оснащаться сварочное оборудование для дуговой сварки, работающее в контуре АСУ ТП?
9. Назовите подходы к автоматизации производственных процессов и операций.
10. Почему автоматизация существующего оборудования в рамках его модернизации оборачивается множеством переделок и компромиссных технических решений?
11. Что должно быть генеральной линией автоматизации сварки?

Классы оборудования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс | Классификационные признаки | Примечание |
| 3 | Полуавтоматы для дуговой сварки Регулирование скорости подачи электродной проволоки (ступенчатое с отключением оборудования). Простота конструкции и увеличенная в 1,5-2 раза наработка на отказ по отношению к требованиям стандартов | При производстве конструкций на режимах сварки, изменяемых не более одного раза в смену |
| 2 | Регулирование скорости подачи электродной проволоки (плавное или плавно-ступенчатое). Обеспечение заварки кратера по циклограмме (программе). Управление электрическими параметрами режимов сварки в установленных пределах без отключения оборудования | При производстве конструкций на режимах сварки, изменяемых неоднократно в течение смены |
| 1 | Регулирование скорости подачи электродной проволоки (плавное).Программное управление процессами сварки с заложенными в память технологическими параметрами сварки (в том числе синергетическое) | При производстве особо ответственных конструкций на участках или в составе РТК с применением режимов, изменяемых в процессе сварки |
| 3 | Автоматы для дуговой сварки и наплавки Регулирование скоростей подачи электродной проволоки и сварки (ступенчатое, с отключенным оборудованием). Поперечная корректировка положения электрода относительно оси шва (ручная). Управление циклом работы аппарата (ручное). Допускается ручная уборка флюса | Механизированные участки и рабочие места |
| 2 | Регулирование скорости подачи электродной проволоки (плавное, без отключения оборудования в пределах каждой ступени, или плавно-ступенчатое, с отключением оборудования при переходе на другую ступень диапазона). Поперечная корректировка положения электрода относительно оси шва (электромеханическая с ручным управлением или ручная) | Механизированные участки и рабочие места |
| 1 | Регулирование скоростей подачи электродной проволоки и сварки (плавное, без отключения оборудования). Поперечная корректировка положения электрода относительно оси шва (автоматическая, с использованием системы слежения). Программное управление процессами сварки с заложенными в память технологическими параметрами режима сварки |  |
| 3 | Источники питания для дуговой сварки  С электромеханическим регулированием |  |
| 2 | С электрическим дистанционным управлением |  |
| 1 | Со встроенной системой программного управления (в том числе инверторные). Универсальность характеристики. Высокая мобильность при повышенных энергетических показателях (КПД и cosφ) | Стабилизация параметров режима сварки |
| 3 | Оборудование для контактной сварки По условиям эксплуатации исключено применение электронных схем, в том числе микропроцессорной техники |  |
| 2 | С нормальной стабильностью параметров (оборудование группы Б, ГОСТ 297-80) | В системе управления, возможно применение как микропроцессоров, так и электронных схем, при управлении от групповой ЭВМ |
| 1 | С повышенной стабильностью параметров (оборудование группы А) | В системе управления с микропроцессорной техникой |

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7**

**Тема:** Автоматизированные системы управления технологическим процессом сварки

**Цель:** изучить автоматизированные системы управления технологическим процессом сварки.

**Информационные источники:**

Шандров Б.В. Автоматизация производства (металлообработка): учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.В. Шандров, А.А. Шапарин, А.Д. Чудаков. – М.: Академия, 2004. – 256 с.

**Задания:**

1. Изучить теоретический материал, ответить на контрольные вопросы.
2. Выполнить схему «Структура АСУ ТП с центральным управлением»
3. Выполнить схему «Структура аппаратных средств системы управления сварочной установкой с программированием цикла и параметров режима сварки»

Теоретический материал

В автоматизированных системах автоматического управления технологическим процессом (АСУ ТП) можно выделить структуры с центральным, децентрализованным и комбинированным управлением. В системах с центральным управлением задача обработки сигналов для формирования управляющих воздействий решается центральным цифровым управляющим устройством, соединенным многими каналами связи с объектом (объектами) управления.

Общая структурная схема содержит объект (объекты) управления ОУ, цифровое управляющее устройство ЦУУ, ряд входных аналого-цифровых преобразователей АЦП и выходные цифроаналоговые преобразователи ЦАП, соединенные с исполнительными устройствами ИУ. Если осуществляется управление сложным многомерным объектом, например, по длине шва определяет текущие координаты стыка. Чтобы не запоминать чрезмерно большое количество координат, весь стык автоматически разбивается на кусочно-линейные участки, аппроксимирующие с заданной точностью криволинейный стык. Для каждого участка достаточно занести в память ЭВМ лишь координату конца участка (узловой точки).

В дальнейшем в процессе сварки по координатам узловых точек ЭВМ подсчитывает координаты всех промежуточных точек с помощью линейной интерполяции. При выполнении криволинейных швов АСУ обеспечивает постоянную контурную скорость сварки, соответствующим образом корректируя скорость перемещения по координатам х и у.

Сравнительно большой объем оперативной памяти ЭВМ позволяет задавать программу изменения параметров режима сварки практически любой сложности. Одновременно осуществляется допусковый контроль всех параметров технологического режима сварки.

Режим работы АСУ (обучающий проход, выполнение технологических прихваток, косметическая обработка) задается оператором с пульта управления набором номера соответствующей программы.

Цель автоматизации сварочных процессов - получение сварных соединений с требуемыми свойствами при наилучших технико-экономических показателях без непосредственного участия человека. Автоматизация сварочных процессов, при которой повышается точность управления и контроля, а также исключается влияние на технологический процесс субъективных факторов (мастерство рабочего, его утомляемость и т. п.), направлена прежде всего на повышение качества сварных соединений и его стабилизацию в пределах партии однотипных изделий. Исключение или сведение к минимуму количества недопустимых дефектов сварных швов снижает потери рабочего времени, энергетических и материальных ресурсов, связанные с исправлением брака.

Непосредственное решение общей задачи автоматизации сварочного производства затруднено многомерностью объектов. Выбор оптимального варианта стратегии управления сварочными процессами определяется типом технологического процесса и основными целями. Аппаратура и системы управления классифицируются по алгоритму управления, который определяет выбор альтернативной цели управления. При этом можно выделить следующие группы систем управления.

Для решения простейших задач автоматизации сварочных процессов таких, как перемещение источника нагрева, подача присадочного материала при сварке плавлением, изменение силы сварочного тока при контактной сварке, применяют программное управление с разомкнутым циклом (рис. 1, а). Программирующее   устройство (ПУ) изменяет   управляющее воздействие Хy по закону, задающему требуемые изменения управляемой величины в сварочном процессе как объекте управления (ОУ). Для предупреждения вредного влияния на сварочный процесс отдельных ожидаемых возмущений, например, изменения напряжения сети, используют разомкнутые системы компенсации, обладающие повышенным быстродействием (рис. 1, б).

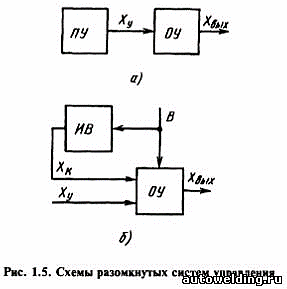


Рис. 1 Схемы разомкнутых систем управления

В замкнутых системах автоматического регулирования (САР) изменение регулирующего воздействия Хр (рис. 2), определяющего изменение регулируемой величины Хвых, происходит до тех пор, пока Хвых не достигнет требуемого значения и не восстановится равновесие системы регулирования.

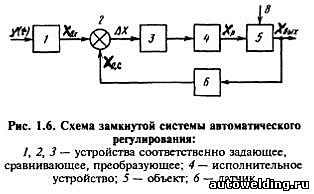


Рис. 2 Схема замкнутой системы автоматического регулирования

1, 2, 3 – устройства соответственно задающее, сравнивающее, преобразующее; 4 – исполнительное устройство; 5 – объект; 6 – датчик.

Эффективность автоматизации сварочных процессов во многом определяется точностью подготовки заготовок и их сборкой.

Размеры заготовок получаются из предшествующих сварке технологических (заготовительных) операций и, следовательно, предопределяют линии стыков с их неточностями по направлению, зазору, превышению кромок и др. Поэтому автоматизация сварочных процессов целесообразна и эффективна только при наличии механизации и автоматизации заготовительных и сборочных операций. Даже при выполнении этих условий неизбежны отклонения положения и формы соединений в результате значительных температурных деформаций и перемещений свариваемых деталей вследствие неравномерности нагрева изделия при сварке.

Для автоматического ведения электрода по оси стыка при дуговой сварке при нарушении прямолинейности стыка вследствие погрешностей их подготовки под сварку, тепловых деформаций, а также при сварке криволинейных швов применяют следящие системы. В таких системах закон изменения задающего воздействия y(t) — заранее неизвестная функция времени, определяемая текущими отклонениями линии сопряжения свариваемых деталей или параметров стыка (зазора, сечения разделки) от расчетных значений. В качестве средств измерения таких отклонений используют как устройство прямого копирования, так и различные электромеханические, бесконтактные (магнитные, фотоэлектрические) датчики, видеосенсорные и другие подобные устройства.

В общем случае автоматизация сварочных процессов осуществляется на основе совместного использования указанных систем. Так, программное управление последовательностью операций сварочного цикла и перемещения сварочного инструмента, изменениями параметров режима, в частности при зажигании дуги, заварке кратера и т. п. обычно дополняется локальными САР (регуляторами) важнейших параметров режима сварки.

Любую задачу автоматизации сварочных процессов как частный случай общей проблемы обработки информации можно представить совокупностью отдельных операций, выполняемых в определенной последовательности. Универсальным устройством современных вычислительных систем, реализующих заданный программой процесс решения задачи, является микропроцессор. Созданные на основе микропроцессоров, дополненных памятью, внешними устройствами и средствами связи, микроЭВМ характеризуются малыми размерами, низкой стоимостью, высокой надежностью и экономически оправданы не только для группового, но и для индивидуального управления сборочно-сварочными установками и даже отдельными устройствами установки.

Применение ЭВМ в системах автоматизации позволяет реализовывать адаптивное управление сварочными процессами, которое предполагает самонастройку системы при изменении внешних условий и на основе информации об условиях и качестве формирования сварного соединения. Для этого в системе должно быть реализовано выполнение трех функций           идентификации (определением мгновенного состояния процесса или системы), принятия решений (программа настройки), настройки (физическая реализация принятого решения), которые позволяют гибко реагировать на появление различных возмущений.

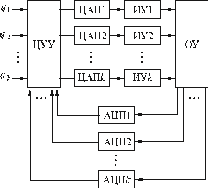
Примером может служить действующая адаптивная система управления сваркой неповоротных стыков труб малого диаметра с автоматической стабилизацией выпуклости в корне шва. Система обеспечивает оценку интегрального эффекта совместного влияния технологических возмущений, характерных для каждого стыка, по энерговложению, необходимому для достижения сквозного провара на начальном участке сварки - участке идентификации. На основании этой информации управляющая микроЭВМ вычисляет изменение параметров сварочного режима для основной части стыка и обеспечивает ввод установок в задающие устройства регуляторов параметров сварочного режима.

С точки зрения аппаратуры и систем управления электросварочное оборудование следует разделить на следующие виды; оборудование общего применения, специальные машины и установки, сборочно-сварочные линии, сварочные работы. Существует множество типов архитектуры аппаратных средств, на основе которых можно реализовать различные варианты стратегии управления сварочными процессами и оборудованием — контроллеры автономные (оборудование общего применения — автоматы и полуавтоматы для дуговой сварки, машины контактной сварки и др.), линейные и системные (системы управления с распределенной вычислительной мощностью и распределенной конструкцией в качестве локального регулятора; системы управления установками, линиями, роботами).

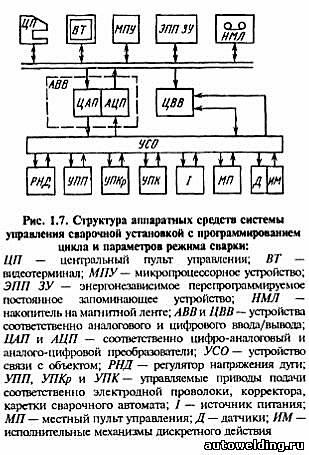
Контрольные вопросы:

1. Какие структуры можно выделить в автоматизированных системах автоматического управления технологическим процессом (АСУ ТП)?
2. Каким устройством решается задача обработки сигналов для формирования управляющих воздействий в системах с центральным управлением?
3. Что содержит общая структурная схема АСУ ТП с центральным управлением?
4. Какова цель автоматизации сварочных процессов?
5. Чем определяется выбор оптимального варианта стратегии управления сварочными процессами?
6. Для решения каких задач автоматизации сварочных процессов применяют программное управление с разомкнутым циклом?
7. Для чего используют разомкнутые системы компенсации, обладающие повышенным быстродействием?
8. Выполните схемы разомкнутых систем управления.
9. Что происходит в замкнутых системах автоматического регулирования?
10. Выполните схему замкнутой системы автоматического регулирования.
11. Чем определяется эффективность автоматизации сварочных процессов?
12. Чем является микропроцессор?
13. Какие задачи позволяет реализовывать применение ЭВМ при автоматизации сварочных процессов?
14. Выполнение каких функций должно быть реализовано в системе управления сварочными процессами?
15. Опишите адаптивную систему управления сваркой неповоротных стыков труб малого диаметра с автоматической стабилизацией выпуклости в корне шва.
16. На какие виды следует разделять электросварочное оборудование с точки зрения аппаратуры и систем управления?
17. Назовите типы архитектуры аппаратных средств, на основе которых можно реализовать различные варианты стратегии управления сварочными процессами и оборудованием.

Структура АСУ ТП с центральным управлением



Структура аппаратных средств системы управления сварочной установкой с программированием цикла и параметров режима сварки



ЦП – центральный пульт управления; ВТ – видеотерминал; МПУ – микропроцессорное устройство; ЭПП ЗУ – энергонезависимое перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство; НМЛ – накопитель на магнитной ленте; АВВ и ЦВВ – устройства соответственно аналового и цифрового ввода/вывода; ЦАП и АЦП – соответсвенно цифро-аналоговый и аналого-цифровой преобразователи; УСО – устройство связи с объектом; РНД – регулятор напряжения дуги; УПП, УПКр и УПК - управляемые приводы подачи сответсвенно электродной проволоки, корректора, каретки сварочного автомата; I – источник питания;

МП – местный пульт управления; Д – датчики; ИМ – исполнительные механизмы дискретного действия.