

Кафедра «Автоматизированные процессы и машины бесстружковой обработки материалов»

*Г.П. Короткий*

Методические указания  
по выполнению курсового проекта

Дисциплина – «Автоматизация технологических процессов и производств»

Специальность – 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств»

### 1. Цели и задачи

При проектировании специальных технологических машин одной из важнейших задач является разработка технического задания на электронный блок управления установкой. Такое задание должно отображать все функции и характеристики, реализуемые блоком и задаваемые по усмотрению проектировщика сварочной установки. Последнее требует от проектировщика ясных представлений о возможностях систем управления, их структуры и технических данных, необходимых для разработки системы.

Курсовой проект предназначена для контроля знаний о системах управления и умения разрабатывать функциональные структуры блоков автоматического управления технологическими машинами и установками.

### 2. Принципы построения систем дискретного управления и контроля

Наиболее простым и распространенным вариантом автоматического управления являются дискретное управление и контроль, сводящиеся к простому включению при определенных обстоятельствах и заданной последовательности технологических агрегатов и средств сигнализации.

Процесс обработки в этом случае состоит из отдельных технологических фаз, внутри каждой из которых не происходит качественных изменений процесса. Например, при сварке вольфрамовым электродом, процесс сварки можно разделить на возбуждение дуги, сварку шва, заварку кратера. При переходе к следующей технологической фазе необходимо изменить состояние сварочной установки: включить одни, выключить другие и изменить режим работы третьих устройств, входящих в установку. Устройства, посредством которых осуществляется переход к следующей технологической фазе сварочного процесса, называют исполнительными. Завершение каждой фазы при автоматическом управлении выявляется устройствами – датчиками.

Автоматическое дискретное управление состоит в преобразовании сигналов в сигналы управления исполнительными устройствами в соответствии с технологическим циклом

сварки, осуществляемой данной установкой. Такое преобразование осуществляется блоком управления.

При эксплуатации неизбежно возникновение неисправностей в сварочной установке, нарушающей нормальный процесс сварки. Поэтому необходимо предусматривать возможность возникновения наиболее вероятных и опасных для оборудования и свариваемого узла неисправностей в сварочной установке и в блок управления встраивать элементы, обеспечивающие выявление неисправности, сигнализацию и изменение цикла работы установки.

Блоки управления сварочным оборудованием реализует технологический цикл однократно после подачи внешней пусковой команды. Алгоритм управления задан в большинстве случаев структурой блока и не может быть изменен.

Исходным материалом для проектирования блока управления электросварочным оборудованием является описание последовательности фаз технологического цикла сварки, при котором указывается способ выявления (датчик или комбинация сигналов нескольких датчиков) факта, что предыдущая фаза цикла завершилась, и указывается, как должны при этом быть изменены состояния исполнительных устройств сварочной установки. При составлении такого описания нужно учитывать, что датчики сварочных установок могут быть как дискретного (концевые и путевые выключатели, кнопки, гидравлические и пневматические реле и т.п.), так и непрерывного (реохорды, тахогенераторы и т.п.) действия. Сигналы последних в системах дискретного управления преобразуются в двухуровневый сигнал. Исполнительные устройства сварочных установок могут находиться в одном из двух (включено – выключено - назад) состояний и иметь как дискретное (электромагнитные пневматические и гидравлические клапаны, муфты, осцилляторы и т.п.), так и непрерывное (источники питания, электродвигатели) управление. Последние управляются совместно двумя системами: аналоговой, задающей уровень управляющего воздействия, и дискретной, определяющей качественное состояние устройства (например, при управлении двигателем первая задает частоту его вращения, а вторая – направление вращения). Автоматический цикл установки, при котором реализуется нормальный процесс сварки, следует представить в виде циклограммы работы.

В качестве примера рассмотрим описание автоматического цикла для сварки в углекислом газе прямолинейного шва заданной протяженности.

Установка содержит исполнительные устройства:

- 1) электродвигатель ДП механизма подачи электродной проволоки;
- 2) электродвигатель ДГ механизма перемещения горелки вдоль стыка;
- 3) электромагнитный клапан КУ системы подачи углекислого газа в горелку;
- 4) электромагнитный клапан КГ пневмосистемы механизма перемещения горелки из исходного положения в рабочее и наоборот.

Источник питания дуги включен постоянно.

Процесс сварки содержит следующие технологические фазы.

Исходное состояние – все исполнительные устройства выключены. Производится закрепление свариваемых деталей.

1. После нажатия пусковой кнопки П включаются клапаны КГ и КУ. Сварочная горелка переходит в рабочее положение и продувается углекислым газом.
2. По истечении времени  $T = 2 \dots 5$  с, достаточного для продувки зоны сварки углекислым газом, включается двигатель ДП, и начинается подача электродной проволоки.

## Методичка к выполнению курсового проекта

Автор: Александр  
13.03.2009 17:45

---

3. После возбуждения дуги, что фиксируется появлением сигнала со специального датчика дуги Д1, включается двигатель ДГ в направлении выполнения и со скоростью сварки.

4. По завершении сварки шва, что фиксируется концевым выключателем К1, выключается двигатели ДП и ДГ. Происходит заварка кратера за счет движения по инерции и выгорания вылета электрода.

5. После обрыва дуги, что фиксируется исчезновением сигнала датчика дуги Д2, выключаются КГ и КУ, включается двигатель ДГ в направлении движения к исходному положению горелки, с высокой скоростью.

6. При достижении исходного положения, фиксируемого концевым выключателем К2, двигатель ДГ выключается и установка возвращается в исходное состояние.

Циклограмма работы установки изображена на рис. 1.

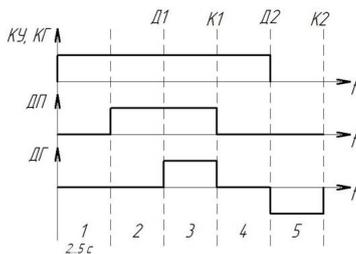


Рисунок 1 - Циклограмма работы автомата для сварки прямолинейного шва в углекислом газе

Составление такого описания позволяет выяснить все датчики, необходимые для реализации автоматического цикла. В данном примере в установке должны быть установлены пусковая кнопка П и концевые выключатели К1 и К2, в источнике питания – датчик дуги Д, а в самом блоке управления - реле для отсчета времени Т. Выясняется, какие сигналы управления должны вырабатываться блоком. В данном примере:

- 1) сигнал включения клапанов КГ и КУ (они работают синхронно);
- 2) сигнал включения двигателя ДП;
- 3) сигнал двигателя ДГ «вперед» со скоростью сварки;
- 4) сигнал включения двигателя ДГ «назад» с прогоночной скоростью.

Важным элементом описания автоматического цикла сварки является указание на возможные неисправности установки, способов их выявления и действий, которые должны быть автоматически осуществлены для уменьшения вреда при продолжении

работы автомата с возникшей неисправностью.

Автоматическое выявление неисправностей возможно двумя методами:

- 1) путем использования специальных датчиков;
- 2) путем сравнения длительностей фаз технологического цикла, расхода энергии, пройденного пути и т.п., с нормальными значениями.

В рассмотренном примере наиболее вероятны следующие неисправности:

- 1) отключение источника питания;
- 2) отсутствие подачи углекислого газа;
- 3) отсутствие давления в пневмосети;
- 4) отсутствие электродной проволоки;
- 5) неисправность устройства подачи проволоки (приварка к мундштуку горелки).

Неисправности 1 и 2 легко выявить с помощью стандартных датчиков напряжения ДУ и давления ДР. Неисправность 3 в данном случае конструктивно проще выявить концевым выключателем КЗ, фиксирующим переход горелки в рабочее положение к концу фазы 1. Для выявления неисправности 4 необходимо создать специальный датчик СДП, например, в виде динамометра, контролирующего вес кассеты с проволокой.

Неисправность 5 проще всего выявить, контролируя длительность фазы 2, т.е. время с момента включения двигателя ДП до появления сигнала датчика Д. Очевидно, что если в течении 2-5 с с момента начала подачи проволоки дуга не возбудилась при исправном источнике питания, то механизм подачи проволоки неисправен. При неисправностях 1, 2, 4 следует блокировать пуск установки. Неисправности 3 и 5 выявляются выбранными способами только во время работы автомата в фазах 1 и 2, из которых можно без последствий перевести автомат в исходное состояние (фазу 0).

Работа автомата может быть нарушена не только возникновением неисправности, но и ложным срабатыванием одного из датчиков. Таким ложным срабатыванием является, например, повторное нажатие пусковой кнопки. Так как при разработке блока управления можно предусмотреть такую возможность, в технических требованиях к блоку следует указать датчики, вероятность ложного срабатывания которых достаточно велика.

Рассмотрим принципы построения функциональных элементов блоков дискретного управления. Центральное место в них занимает преобразователь сигналов датчиков в сигналы управления исполнительными устройствами. Такое преобразование производится в соответствии с циклограммой работы установки. Сигналы датчиков, возникающие в моменты завершения технологических фаз, в идеальном случае являются бесконечно короткими, а сигналы управления должны существовать требуемое время. Из этого следует, что основой преобразования сигналов датчиков в сигналы управления являются запоминающие элементы, создаваемые на электромагнитном реле, полупроводниковых приборах (триггеры) или интегральных схемах. Преобразователь может быть построен двумя способами, различающимися характером сигнала, отображенного в запоминающих элементах.

При первом способе построения в запоминающих элементах фиксируются состояния каждого из исполнительных устройств сварочной установки, т.е. в элемент записана логическая 1, если соответствующее устройство включено, и логической 0, если оно выключено. Соответственно вход 1 запоминающего элемента должен быть связан с датчиком, сигнал которого включает соответствующее исполнительное устройство, а вход 0 – с датчиком, сигнал которого включает его. Сигнал управления будет

сформирован на выходе 1 элемента. Необходимые для контроля исправности оборудования и защиты от ложного срабатывания датчиков сигналы пребывания автомата в определенной технологической фазе могут быть получены логическим умножением выходных сигналов элементов в соответствии с циклограммой работы автомата. Например, сигнал фазы 2 (рис. 2) является логическим произведением сигналов, снимаемых с выходов 1 запоминающих элементов, соответствующих 1 и 2 сигналам управления, и снимаемых с выходов 0 элементов для 3 и 4 сигналов.

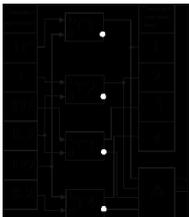


Рисунок 2 - Схема электрическая функциональная преобразователя сигналов датчиков в сигналы управления, построенная способом отображения работы отдельных устройств для циклограммы на рис. 1

При втором способе построения в запоминающих элементах фиксируются фазы технологического цикла. В элементы записывается логическая 1, если в данный момент времени установки входит в соответствующую фазу, а вход 0 – с датчиком, который ее завершает. На выходах 1 элементов формируются сигналы фаз цикла. Для получения сигналов управления исполнительными устройствами сигналы фаз, в которых данное устройство должно быть включено, логически суммируют. Например, сигнал управления 2 (рис. 3) является логической суммой сигналов фаз 2 и 3.

Очевидно, что при первом способе построения количество запоминающих элементов равно числу сигналов управления, а при втором – числу фаз технологического цикла. Наиболее часто в качестве запоминающих элементов используют триггеры, но в тех случаях, когда сигнал управления или фазы совпадает с отсчетом времени, в качестве соответствующего элемента используют реле времени, например ждущие мультивибраторы.

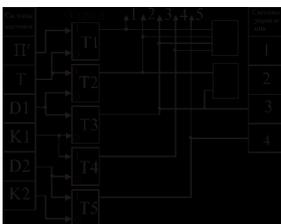


Рисунок 3 - Схема электрическая функциональная преобразователя сигналов датчиков в сигналы управления, построенная способом отображения фаз технологического цикла

Защита от ложного срабатывания датчиков осуществляется путем отключения датчиков

от входов запоминающих элементов во всех фазах технологического цикла, кроме тех, которые завершаются сигналами соответствующих датчиков. Например, пусковая кнопка П (рис. 4) должна быть отключена от блока управления во всех фазах, кроме исходной 0-й фазы. Для этой цели используются элементы логического умножения, входы которого подключаются к датчику и источнику сигнала технологической фазы, а выход – к входу запоминающего элемента. Блокирующий сигнал «фаза 0» получен логической обработкой сигналов управления №1 и №4. Таким образом, осуществляется блокировка пуска установки датчиками, контролирующими исправность сварочного оборудования.

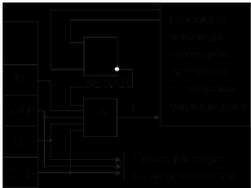


Рисунок 4 - Организация защиты от ложного срабатывания датчиков и неисправности оборудования

Контроль исправности оборудования путем сравнения фактических длительностей отдельных фаз технологического цикла с их нормативными значениями осуществляют посредством реле нормативного времени, запускаемых сигналами начала соответствующих фаз, и элементами умножения, входы которых подключаются к реле времени и источникам сигналов фаз цикла. Если один из последних не исчезнет к концу отсчета нормативного времени, то на выходе элемента умножения возникает сигнал о неисправности (рис. 5).

Сигнал неисправности для перехода блока управления на аварийный режим работы подают на входы соответствующих запоминающих элементов преобразователя сигналов датчиков в сигналы управления. Для сигнализации о неисправности эти сигналы фиксируют в специальных запоминающих элементах, усиливают и подают на устройства сигнализации. Стирание сигналов о неисправности обычно производится автоматически при повторном запуске блока управления.

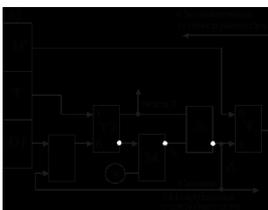


Рисунок 5 - Формирование сигнала неисправности при контроле длительности фазы

технологического цикла

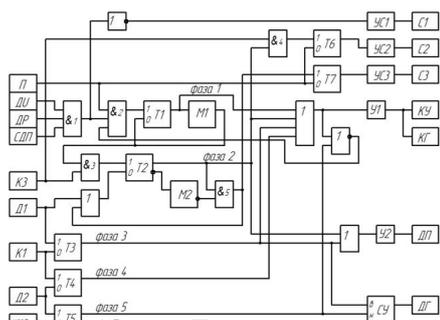
Сигналы управления, получаемые логическим преобразованием сигналов датчиков, необходимо усилить до величины, достаточной для нормальной работы исполнительных устройств. Параметры последних определяют типы усилителей, используемых в блоках управления. Для усиления дискретных сигналов используют электромагнитные реле, ключевые транзисторные схемы, тиристорные контакторы. При необходимости регулировать уровень выходного сигнала применяют линейные транзисторные усилители, ключевые транзисторные усилители с широтно-импульсной модуляцией, тиристорные регуляторы с фазовым управлением, магнитные усилители и другие устройства, позволяющие плавно регулировать и стабилизировать уровень выходного сигнала. При управлении двигателями часто используют специальные сервоусилители, позволяющие плавно регулировать частоту и направление вращения электродвигателя.

### 3. Пример функциональной схемы блоков управления

На рис. 6 приведена функциональная схема блока управления автоматом, работающим по циклограмме на рис. 1. Схема синтезирована вторым из вышеописанных способов. Формирование сигнала фазы 1 технологического цикла производится ждущим мультивибратором (одновибратором) М1, являющимся реле времени  $T = 2 \dots 5$  с. и триггером Т1, сигналы фаз 2-5 формируются триггерами Т2 – Т4 под действием сигналов датчиков П, К1, К2, Д1, Д2. Элемент логического умножения  $\square 2$  обеспечивает блокировку сигнала пуска П автомата при отсутствии напряжения источника питания дуги ДУ, давления углекислого газа ДР и электродной проволоки СДП. При этих неисправностях вырабатывается сигнал С1. Этот же элемент  $\square 2$  блокирует сигнал пуска при работе автомата. Элементы  $\square 3$  и  $\square 4$  обеспечивают прерывание автоматического цикла и сигнализацию С2 в случае неисправности механизма перемещения горелки в рабочее положение, контролируемое концевым выключателем К3. Длительность импульса мультивибратора М2 соответствует контрольному времени на возбуждение дуги  $t = 2$  с после включения двигателя ДП механизма подачи проволоки. При отсутствии возбуждения элемента  $\square 5$  формирует сигнал, который прерывает рабочий технологический цикл, автомат возвращается в исходное положение, а о возникшей неисправности сигнализирует устройство С3. Сигналы управления клапанами КУ и КГ и двигателем подачи проволоки ДП, формируются элементами логического сложения 1. Управление двигателем механизма перемещения горелки ДГ осуществляется посредством сервоусилителя СУ, обеспечивающего раздельное регулирование скоростей движения «вперед» и «назад». Сигнал, возникающий при завершении фазы 5 (конец технологического цикла), может быть использован для запуска других устройств, например, робота, выгружающего сваренный узел и загружающего в автомат заготовки.

# Методика к выполнению курсового проекта

Автор: Александр  
13.03.2009 17:45



1. Введение. Целью курсового проекта является разработка и реализация системы управления объектом, работающей в реальном времени. Система должна обеспечивать надежную и эффективную работу объекта в различных условиях эксплуатации. В процессе выполнения проекта необходимо провести анализ требований к системе, разработать архитектуру, выбрать аппаратные и программные средства, реализовать алгоритмы управления и провести тестирование системы.