

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»
Кафедра «Инноватика и менеджмент качества»
Секция «Технология и автоматизация сварочного производства»

Автоматизация сварочных процессов

Программа, методические указания и задания
к контрольной работе для студентов
заочной формы обучения специальности 150202
и профиля подготовки (направление 150707 «Машиностроение»)
«Оборудование и технология сварочного производства»

Курган 2013

Кафедра: «Инноватика и менеджмент качества»

Секция: «Технология и автоматизация сварочного производства»

Дисциплина: «Автоматизация сварочных процессов» (специальность 150202, направление 150707)

Составил: канд. хим. наук, доц. А. К. Давыдов

Утверждены на заседании кафедры ИиМК «28» августа 2012 г.

Рекомендованы методическим советом университета «11» апреля 2013 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Автоматизация сварочных процессов является важнейшим направлением технического прогресса в области сварочного производства, которое характеризуется применением сложных технологических процессов, большим количеством определяющих их ход параметров, высокими скоростями передачи и обработки информации. Достижение заданного качества сварных соединений при одновременном улучшении условий и повышении производительности труда, а также снижение себестоимости сварных изделий невозможно без автоматизации собственно сварочных процессов. Особое значение автоматизация сварки имеет в атомной, энергетической, судостроительной промышленности, в производстве химической аппаратуры, в ракетной технике. Целью преподавания является ориентирование в возможностях и принципах автоматики, в решении задач совершенствования и эксплуатации конкретных автоматических сварочных устройств.

В задачи изучения дисциплины входят:

- овладение основами анализа объектов автоматического управления и регулирования при дуговой, электрошлаковой сварке, а также сварке давлением;
- умение выбрать наиболее перспективную автоматическую систему и провести ее модернизацию применительно к конкретным условиям сварки;
- получение навыков в управлении сварочными процессами с применением средств автоматизации и вычислительной техники;
- изучение основных типов автоматизированного сварочного оборудования.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать: основные типы автоматических систем и принципы их построения;
- уметь: применять полученные навыки к рациональному использованию автоматических устройств с учетом конкретных производственных условий;
- владеть: современным сварочным оборудованием, навыками его производственного использования.

Для успешного освоения дисциплины необходимо иметь четкое представление о физико-химических, металлургических, тепловых, гидродинамических процессах, происходящих при образовании сварных соединений, владеть методами расчета электрических цепей.

Это требует постоянного использования сведений и понятий из следующих ранее изученных дисциплин:

- высшая математика;
- физика;
- электротехника;
- электроника;
- электропривод;
- теория сварочных процессов;
- источники питания для сварки;
- технологические основы сварки плавлением;

- технологические основы сварки давлением.

Тема 1 Введение. Роль автоматизации в развитии сварочной техники и технологии. Основные критерии оценки эффективности автоматизации сварочного процесса при различных способах сварки.

Самостоятельно изучается история автоматизации сварочных процессов (1 час).

Изучить вопросы введения рекомендуется по литературе [1; 4].

Вопросы для самопроверки:

- 1) Чем определяется эффективность автоматизации сварочных процессов?
- 2) Назначение и примеры автоматических устройств: контроля, защиты, блокировки, управления.
- 3) Классификация систем автоматического управления.
- 4) Техно-экономические преимущества, обеспечиваемые автоматизацией сварочных процессов.

Тема 2 Основы теории автоматического регулирования и управления: основные понятия и определения. Объект управления и регулирования. Классификация систем автоматики. Автоматическое регулирование и его разновидности.

Самостоятельно изучаются характерные свойства автоматических систем (5 часов).

Тему 2 можно изучить по литературе [1; 4; 5]. Необходимо обратить внимание на то, что любая система автоматического регулирования (САР) состоит из определенных функциональных звеньев, понять назначение главной обратной связи как основного признака САР.

Основной задачей является освоение классификации САР: по взаимосвязи контролируемой и регулируемой величины, характеристике регулирования, способу воздействия системы на регулируемый орган, принципу формирования регулирующего воздействия – на примерах сварочной техники.

Вопросы для самопроверки:

- 1) функциональная схема САР, основные ее звенья.
- 2) дайте понятия и примеры систем автоматической стабилизации, программного регулирования, следящей системы АР.
- 3) укажите характерные признаки САР по отклонению и возмущению.
- 4) каковы основные преимущества и недостатки статических и астатических САР?
- 5) укажите взаимосвязь регулирующего воздействия на выходе САР с входным сигналом в системах непрерывного, релейного и импульсного регулирования.
- 6) назначение и преимущества систем связного регулирования.

Тема 3 Элементы автоматики. Классификация элементов автоматики. Основные типы датчиков, применяемых в сварочной технике: датчики линейных и угловых перемещений, усилий, скорости, температуры, радиоактивных излучений, электрических и магнитных параметров процесса. Специфические датчики сварочных процессов. Основные схемы включения датчиков - дифференциальная, мостовая, компенсационная. Логические элементы и их применение в САР. Усилители. Исполнительные устройства.

Самостоятельно изучаются примеры применения элементов автоматики и их функциональное назначение (5 часов).

Для лучшего освоения вопросов следует пользоваться литературой [1; 3; 4; 5]. Этот раздел курса имеет очень важное значение, так как в нем рассматривается элементная база систем автоматики. При изучении необходимо обратить внимание на специализированные датчики сварочных процессов, четко уяснить принцип действия, характер взаимосвязи входной и выходной величин, функциональное назначение всех рассматриваемых элементов.

Контрольные вопросы

- 1) функциональное назначение датчиков, их классификация.
- 2) приведите пример использования датчиков температуры и линейных перемещений.
- 3) назначение и конструктивное оформление индуктивных и индукционных датчиков, примеры их применения в сварочной технике.
- 4) специфика условий работы датчиков при сварочном процессе.
- 5) назначение измерительных схем в САР.
- 6) принцип действия основных измерительных схем.
- 7) назначение логических элементов, основные функции, реализуемые логическими элементами.
- 8) понятие триггера. Подразделение триггеров по функциональному назначению.
- 9) усилительные устройства – назначение, классификация, принцип действия.
- 10) какова особенность релейных элементов? Их классификация.
- 11) чем отличается поляризованное реле от нейтрального?
- 12) назначение и принцип действия реле времени: пневматического, моторного, электронного.

Тема 4 Динамика и статика систем автоматического регулирования. Уравнения звеньев и систем автоматического регулирования. Передаточные функции и структурные схемы. Частотные характеристики. Устойчивость, качество и надежность систем автоматического регулирования. Статическая и динамическая точность.

Самостоятельно изучаются методы улучшения точности и качества с помощью корректирующих устройств (4 часа).

Методы анализа САР следует изучать, пользуясь литературой [1-4]. Обратить внимание на то, что любое звено системы или САР в целом имеют свои статическую и динамическую характеристики. Основная задача – научиться определять характеристики звеньев и по критериям устойчивости и качества системы - ее работоспособность в тех или иных условиях.

Вопросы для самопроверки:

- 1) Какая характеристика называется динамической и частотной, какая функция – передаточной?
- 2) Опишите основные типовые звенья.
- 3) Как записываются передаточные функции при параллельном и последовательном соединении звеньев?
- 4) Что такое преобразование Лапласа? Его роль в исследовании САР.
- 5) Дайте понятия устойчивости и основных показателей качества систем.

Тема 5 Особенности автоматизации сварочных процессов как части комплексной механизации и автоматизации сварочного производства.

Анализ условий автоматизации при дуговой сварке, ЭШС, точечной и шовной сварке. Обобщенная схема сварочного процесса. Параметры процесса сварки: энергетические, кинематические, технологические. Понятие и классификация основных видов возмущений. Влияние возмущений на качественные параметры сварного соединения при различных видах сварки. Основные регулирующие воздействия.

Самостоятельно изучается функциональная взаимосвязь регулируемого параметра и регулирующего воздействия с учетом вида возмущения на характеристики качества сварного соединения (7 часов).

Свойства объектов регулирования следует изучить по литературе [1; 2; 5]. Обратить внимание на функциональную взаимосвязь качества сварного соединения с параметрами режима сварки (дуговой, контактной и др.), выделить наиболее характерные возмущающие и возможные регулирующие воздействия.

Контрольные вопросы

- 1) Что такое технологические и конструктивные возмущения?
- 2) Какие регулирующие воздействия могут быть применены в случае возмущения по системе питания?
- 3) Какова взаимосвязь сварочного тока при дуговой сварке и качественных параметров соединения?
- 4) Какие регулирующие воздействия могут быть реализованы в случае возможных технологических и конструктивных возмущений?
- 5) Роль математических моделей в автоматизации сварочных процессов.

6) Особенности ЭШС, по сравнению с дуговой сваркой, как объекта регулирования.

7) Перечислите вероятные возмущения при контактной сварке.

8) Какие обобщенные характеристики качества процесса контактной сварки вы знаете?

Тема 6 Разомкнутые системы автоматического управления. Системы дистанционного управления процессом дуговой сварки. Устройства снижения напряжения холостого хода источника питания. Управление переносом электродного металла.

Самостоятельно изучается эффективность системы применительно к конкретным условиям сварочного процесса (5 часов).

Для изучения особенностей применения разомкнутых систем автоматического управления можно рекомендовать литературу [1; 2; 3]. Зная основные отличия систем автоматического управления от других автоматических систем, необходимо четко представлять их структуру и функциональное назначение, работу по принципиальной и функциональной схемам.

Контрольные вопросы

1) какие устройства могут быть применены для дистанционного управления источником питания при дуговой сварке?

2) каков принцип работы схемы понижения напряжения холостого хода сварочного трансформатора?

3) время – импульсное регулирование сварочного тока.

4) какие параметры режима контактной сварки необходимо запрограммировать для получения качественного соединения?

5) опишите состав блока управления усилием сжатия.

Тема 7 Системы стабилизации. Саморегулирование дуги с плавящимся электродом (АРДС). САР энергетических параметров дуги. САР длины дуги. САР вылета электрода. Основные математические модели, связывающие показатели процесса сварки и входные параметры. САР проплавления при дуговой и плазменной сварке. Регулирование уровней металлической и шлаковой ванн и энергетических параметров при ЭШС. Системы автоматического регулирования сварочного тока, мощности, энергии при точечной и шовной сварке.

Самостоятельно изучаются САР физических параметров режима контактных способов сварки (7 часов).

Тему 7 можно изучать по литературе [1; 2; 4; 5]. При этом следует вспомнить назначение систем автоматической стабилизации и типы возмущений, которые могут быть отработаны этими системами. Все системы стабилизации дуговой сварки и отработки ими возмущений должны быть рассмотрены по вольт-амперным характеристикам.

Контрольные вопросы

- 1) чем отличаются системы АРНД плавящимся и неплавящимся электродом?
- 2) какая система обрабатывает возмущения по напряжению холостого хода источника питания?
- 3) какая функциональная взаимосвязь реализована в системе АРВ?
- 4) почему система АРНД плавящимся электродом является статической, а неплавящимся – астатической?
- 5) каков принцип регулирования тиристоров в астатической системе АРП?

Тема 8 Системы программного управления и регулирования. Программное управление циклом механизированной сварки в среде защитных газов. Универсальные, свободно программируемые устройства управления. Системы программного управления точечной (шовной) сварки. Типовые регуляторы времени и циклов сварки. Блоки задания величины и формы импульса сварочного тока. Система программного регулирования по дилатометрическому эффекту.

Самостоятельно изучается программирование параметров режима при электронно-лучевой сварке (5 часов).

Вопросы раздела следует изучить по литературе [1; 3; 4; 5]. Обратить внимание на изменение напряжения задатчика во времени в системах программного регулирования, уяснить область эффективного использования изучаемых систем. В вопросе программного управления контактной сваркой изучать системы на логических элементах.

Контрольные вопросы

- 1) как осуществляется синхронизация работы блоков памяти в системах с программированием нескольких параметров?
- 2) что такое модулятор тока? Его назначение.
- 3) какие принципы модулирования тока вы знаете?
- 4) опишите работу одного из регуляторов цикла контактной сварки (РЦС, РВТ, РВТШ).

Тема 9 Следящие системы. Системы ориентации по стыку при сварке криволинейных поверхностей и криволинейного плоского стыка. Системы поперечной коррекции электрода относительно линии стыка.

Самостоятельно изучается автоматизация направления газорезательного инструмента при разделительной резке (4 часа).

Раздел можно изучить по литературе [1; 3; 4; 5]. Обратить внимание на то, что следящие системы относятся в САР, на выходе которой воспроизводится изменение входного воздействия на более высоком уровне мощности. Отметить сравнительные преимущества и недостатки следящих систем (датчиков) одного функционального назначения.

Контрольные вопросы

- 1) какие фотоэлектрические методы направления рабочего органа по стыку вы знаете? Их преимущества и недостатки.
- 2) с какой целью применяется несколько копирных роликов?
- 3) какие электромагнитные датчики могут применяться при возможном перекосе кромок свариваемого изделия?
- 4) что такое сканирование? Как оно применяется в следящих системах?
- 5) что такое СКВТ? Его устройство и назначение.
- 6) какой комплекс условий необходимо выполнить при сварке стыков на криволинейных поверхностях?

Тема 10 Кибернетические системы управления. Самонастраивающиеся и экстремальные системы. Промышленные роботы в сварке. Применение ЭВМ в системах автоматического управления. Перспективы развития автоматизации сварочных процессов.

Самостоятельно изучаются функции роботов и их состав, манипуляторы роботов (2 часа).

Последний раздел курса удобно изучить по литературе [1; 2; 4; 6]. Следует отметить, что кибернетические схемы управления сами определяют оптимальный закон управления сварочным оборудованием. В указанной литературе имеются сведения о новейших системах с использованием микропроцессорной техники.

Контрольные вопросы

- 1) какой вид должна иметь функциональная зависимость между регулируемой величиной и регулирующим воздействием в самонастраивающихся системах? Почему?
- 2) каково назначение автоматического оптимизатора?
- 3) понятие «робот» и его отличительные признаки по сравнению со сварочными автоматами.
- 4) перспективы применения вычислительной техники в сварочном оборудовании.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Задание на выполнение контрольной работы студентами заочной формы обучения выдается преподавателем при проведении установочной лекции и включает в себя условия протекания сварочного процесса, требования, предъявляемые к нему, и предполагаемые возмущения. Целью работы является анализ условий сварочного процесса с позиций применимости той или иной автоматической системы (регулирования, управления) и выбор конкретного наиболее эффективного устройства для его осуществления. При этом необходимо подробно проанализировать функциональную взаимосвязь компонентов устройства, проклассифицировать его и определить характерные

особенности применения (точность, надежность, быстродействие, устойчивость и др.). Составлено 14 вариантов.

1) Наплавка плавящимся электродом легированного слоя под керамическим флюсом в условиях повышенных требований к стабилизации длины дуги.

2) Дуговая сварка плавящимся электродом в CO_2 больших толщин в условиях форсированных режимов. Наиболее вероятные возмущения – в питающей системе и по длине вылета электрода.

3) Дуговая сварка плавящимся электродом. Возмущающие воздействия – по питающей системе (изменение напряжения в сети, сопротивления сварочного контура). Повышенные требования к точности регулирования. 4) Дуговая сварка плавящимся электродом на переменном токе с возмущениями по питающей системе. Предъявляются повышенные требования к быстродействию устройства.

5) Дуговая сварка неплавящимся электродом в условиях возмущения по длине дуги и повышенных требований к напряжению дуги.

6) Дуговая сварка неплавящимся электродом с необходимостью стабильного проплавления стыка в условиях технологических и конструктивных возмущений.

7) Дуговая сварка в CO_2 изделий со стабилизацией проплавления кромок свариваемого изделия.

8) Контактная сварка в условиях возмущений по питающей сети, изменению сопротивления сварочного контура.

9) Точечная (роликовая) сварка со стабилизацией размеров литого ядра.

10) Стыковая сварка оплавлением с автоматизацией предварительного подогрева, оплавления и осадки.

11) Аргонодуговая сварка изделий крупносерийного или массового производства, технологические и конструктивные возмущения незначительны.

12) Аргонодуговая сварка изделий с кольцевым швом некруглой формы в вертикальной плоскости.

13) Аргонодуговая сварка изделия с продольным стыком на поверхности вращения с криволинейной образующей в вертикальной плоскости.

14) Дуговая сварка изделия в условиях значительных технологических возмущений (например – отклонение шва от прямолинейности).

Работа выполняется в виде пояснительной записки объемом 10...15 листов формата А 4.

Фонд времени на выполнение контрольной работы – 10 часов.

Методические указания

При выполнении контрольной работы необходимо осветить следующие вопросы: дать функциональную или принципиальную схему предлагаемого устройства с указанием физической природы сигналов (связей) между элементами, указать регулируемую и регулируемые величины,

проклассифицировать систему по функциональному назначению, взаимосвязи регулируемой и контролируемой величин, характеристике регулирования, способу воздействия чувствительного элемента на регулирующий орган, принципу формирования регулирующего воздействия.

В вариантах с дуговой сваркой необходимо привести отработку возмущения по вольт-амперным характеристикам. Все ответы должны быть подробными, аргументированными и содержать ссылки на используемую литературу.

Лабораторные занятия

- 1) Изучение системы автоматического измерения и регулирования температуры (4 часа).
- 2) Исследование статических и динамических характеристик системы автоматического регулирования напряжения на дуге (4 часа).
- 3) Изучение электромашинного привода сварочных установок (4 часа).

Список литературы

- 1) Гладков, Э. А. Управление процессами и оборудованием при сварке [Текст] : учебное пособие / Э. А. Гладков. – М. : Академия, 2006. – 430 с.
- 2) Ленивкин, В. А. Автоматизация сварочных процессов [Текст] / В. А. Ленивкин, Е. Н. Варуха, А. В. Павленко. – Ростов-н/Д. : ДГТУ, 2003. – 128с.
- 3) Гладков, Э. А. Контроль и управление глубиной проплавления при дуговой сварке [Текст] / Э. А. Гладков, О. Н. Киселев, Р. А. Перковский. - М. : МГТУ им. Баумана, 2003. – 52с.
- 4) Лебедев, В. Н. Автоматизация сварочных процессов [Текст] / В. Н. Лебедев, В. П. Черныш. - Киев : Вища школа, 1986.-286с.
- 5) Львов, Н. С. Автоматика и автоматизация сварочных процессов [Текст] / Н. С. Львов, Э. А. Гладков. - М. : Машиностроение, 1982. - 302с.
- 6) Геттерт, В. Сварочные роботы [Текст] / В. Геттерт, Г. Герден, Х. Гютнер [и др.] ; под ред. Г. Гердена ; пер. с нем. – М. : Машиностроение, 1988. - 288с.

Давыдов Александр Константинович

Автоматизация сварочных процессов

Программа, методические указания и задания
к контрольной работе для студентов
заочной формы обучения специальности 150202
и профиля подготовки (направление 150707 «Машиностроение»)
«Оборудование и технология сварочного производства»

Редактор А. С. Мокина

Подписано в печать 22.05.13	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 0,75	Уч.-изд. л. 0,75
Заказ 95	Тираж 22	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.