

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

## **ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Методические указания к контрольным работам для студентов  
специальности 1 36 01 06 «Оборудование и технология сварочного  
производства» заочного факультета*

Могилёв 2012

УДК 621.791  
ББК 30.61  
О-75

Рекомендовано к опубликованию  
учебно-методическим управлением  
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства»  
«13» марта 2012 г., протокол № 8

Составитель канд. техн. наук, доц. С. Ф. Мельников

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Болотов

Определены задачи курса «Основы автоматизации сварочного производства», приведены программа курса, вопросы контрольной работы и методические указания по ее выполнению.

Учебное издание

## ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ответственный за выпуск	В. П. Куликов
Технический редактор	А. Т. Червинская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл.-печ.л. . Уч.-изд.л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет»  
ЛИ № 02330/375 от 29.06.2004 г.  
212000, г. Могилев, пр. Мира, 43

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский  
университет», 2012

## Содержание

1	Программа дисциплины .....	4
1.1	Общая характеристика систем регулирования и управления объектами сварки. ....	4
1.2	Элементы промышленной электроники в системах управления сварочными процессами.....	4
1.3	Автоматизация дуговой сварки.....	5
1.4	Автоматизация сварки давлением. ....	6
1.5	Автоматизация электронно-лучевой сварки. ....	6
2	Задания к контрольной работе.....	7
3	Методические указания к контрольной работе.....	11
	Список литературы .....	12

## **1 Программа дисциплины.**

### ***1.1 Общая характеристика систем регулирования и управления объектами сварки***

Объект регулирования и управления. Основные понятия и определения. Классификация параметров технологических процессов сварки. Примеры математического моделирования технических объектов. Динамические модели одномерного линейного объекта.

Основные типы систем автоматического регулирования и управления. Системы автоматики. Системы автоматической защиты. Системы автоматической блокировки. Системы автоматического контроля. Системы автоматического управления. Системы автоматического регулирования. Статическое и астатическое регулирование. Прямое и косвенное регулирование. Непрерывное, релейное и импульсное регулирование. Системы связного регулирования. Системы управления с математической моделью.

### ***1.2 Элементы промышленной электроники в системах управления сварочными процессами***

Полупроводниковые элементы в системах управления сварочными процессами и оборудованием. Силовые кремниевые диоды. Конструкции диодов. Основные параметры и характеристики. Особенности работы в сварочных выпрямителях. Силовые тиристоры. Конструкции тиристоров. Основные параметры и характеристики. Особенности работы в сварочном оборудовании. Импульсно-фазовое управление напряжением и током. Биполярные транзисторы, конструкция и принцип действия. Однопереходные транзисторы и их применение для управления тиристорами. Униполярные (полевые) транзисторы. Устройство, принцип действия, основные параметры и характеристики. Силовые биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT). Применение транзисторов.

Интегральные микросхемы. Основы алгебры логики. Таблицы истинности основных логических элементов. Способы реализации основных логических элементов (И, ИЛИ, НЕ). Логические схемы на диодах и транзисторах. Интегральные триггеры. Принцип действия R-S-, D-, T-, JK-триггеров. Классификация и условные обозначения серий цифровых интегральных схем. Операционные усилители. Принцип действия. Основные параметры. Основные схемы включения операционных усилителей.

Индикаторные приборы. Физические явления, используемые в индикаторных приборах. Люминесцентные индикаторы. Газоразрядные индикаторы. Полупроводниковые и жидкокристаллические индикаторы.

Микропроцессоры и микроЭВМ. Архитектура и принцип действия обычной микроЭВМ. Структура памяти и элементарного микропроцессора. Состав команд МП. Арифметические команды. Состав команд МП. Способы

адресации. Программирование микроЭВМ. Интерфейс с реальными портами ввода-вывода данных.

Микроконтроллеры. Общие сведения. Отличительные особенности. Характеристика процессора. Характеристика системы ввода/вывода. Периферийные устройства. Архитектура ядра. Архитектура микроконтроллеров AVR. Устройство управления микроконтроллера. Порты ввода/вывода. Аналого-цифровой преобразователь. Команды микроконтроллера. Программирование микроконтроллера.

Особенности микропроцессорных систем автоматического управления. Функциональные возможности микропроцессорных систем. Структуры микропроцессорных систем управления. Проектирование автоматизированных и автоматических систем управления.

### *1.3 Автоматизация дуговой сварки*

Сварочный контур источник питания – дуга как объект управления. Структура сварочного контура и возмущающие воздействия. Электрические характеристики сварочного контура. Условие устойчивости дуги в системе источник питания – дуга.

Математическая модель системы источник питания – дуга при сварке неплавящимся электродом. Математическая модель системы источник питания – дуга при сварке плавящимся электродом.

Управление параметрами сварочного оборудования и процесса при дуговой сварке неплавящимся электродом. Технологическая характеристика и особенности управления сварочными источниками питания. Управление технологическими параметрами при однопроходной сварке неплавящимся электродом. Управление параметрами сварочного оборудования и процесса при многослойной сварке. Микропроцессорное управление многомоторным сварочным оборудованием.

Управление параметрами сварочного оборудования и процесса при дуговой сварке плавящимся электродом. Управление процессами при ручной дуговой сварке. Особенности управления процессом переноса электродного металла и формирование шва при механизированной сварке в защитных газах. Микропроцессорное управление сварочным оборудованием для сварки плавящимся электродом.

Системы регулирования при сварке под флюсом с постоянной и регулируемой скоростью подачи проволоки.

Системы контроля и управления проплавлением стыка с использованием физической информации о процессе из зоны сварки. Способы контроля величины проплавления с обратной стороны свариваемого изделия. Способы контроля и управления проплавлением стыка по информации со стороны источника нагрева (дуги).

Системы ориентации сварочного инструмента на линию стыка при дуговой сварке. Следящие системы с копирным датчиком прямого и непрямого

действия. Системы непрямого действия с бесконтактными датчиками. Системы программного управления.

#### ***1.4 Автоматизация сварки давлением***

Сварка давлением как объект управления. Регулирование сварочного тока в машинах контактной точечной, рельефной и стыковой сварки. Основные параметры процесса и возмущающие воздействия.

Системы программного управления процессом точечной и шовной сварки. Типы и основные компоненты систем программного управления. Разновидности систем программного управления. Тиристорные контакторы. Регуляторы времени и цикла сварки. Прерыватели для машин контактной сварки. Микропроцессорные системы программного управления.

Системы автоматического регулирования и управления процессами точечной и шовной сварки. Системы автоматического регулирования электрических параметров режима сварки. Регуляторы сварочного тока. Регуляторы напряжения на электродах. Регуляторы физических параметров режима точечной сварки. Регуляторы температуры и инфракрасного излучения приэлектродной области. Управление процессами точечной сварки по математическим моделям.

Стыковая сварка как объект управления. Автоматическое управление предварительным подогревом при стыковой сварке. Системы программного управления процессом оплавления при стыковой сварке.

#### ***1.5 Автоматизация электронно-лучевой сварки***

Характеристика электронно-лучевой сварки как системы электронно-лучевой установки – луч – сварной шов. Автоматическое управление параметрами процесса и электронно-лучевыми установками. Основные задачи управления процессом электронно-лучевой сварки. Системы стабилизации и управления параметрами электронно-лучевых установок. Способы регулирования мощности пучка. Устройства управления током пучка. Устройства для фокусировки пучка электронов.

Системы программного управления параметрами режима электронно-лучевой сварки. Системы автоматического направления электронного луча по стыку свариваемых кромок. Копировально-следающая система. Аналого-цифровые системы слежения за стыком на вторично-эмиссионном эффекте. Микропроцессорная система наведения луча на стык с датчиком вторичных электронов. Телевизионные следающие системы.

Системы контроля и стабилизации глубины проплавления. Регулятор величины проплавления стыка при сквозном токе луча. Контроль и стабилизация проплавления при неполном проплавлении стыка. Телевизионная система контроля и управления геометрией проплавления. Система контроля и регулирования глубины проплавления с рентгеновским датчиком.

Системы управления технологическими комплексами при электронно-лучевой сварке с использованием микроконтроллеров и ЭВМ.

## **2 Задания к контрольной работе**

### **Вариант 1**

1 Диоды, принцип действия и вольт-амперная характеристика. Типы диодов и тиристоров малой, средней и большой мощности.

2 Система стабилизации напряжения на дуге при сварке плавящимся электродом с воздействием на скорость подачи проволоки.

### **Вариант 2**

1 Стабилитроны, принцип действия и вольт-амперная характеристика. Конструкция стабилитронов. Приведите примеры практического использования стабилитронов.

2 Система автоматического регулирования вылета электрода.

### **Вариант 3**

1 Тиристоры, принцип действия и вольт-амперная характеристика. Конструкция тиристоров малой, средней и большой мощности.

2 Система саморегулирования дуги с плавящимся электродом.

### **Вариант 4**

1 Основные параметры и характеристики силовых диодов и тиристоров. Особенности работы силовых диодов и тиристоров в сварочных выпрямителях.

2 Система автоматического регулирования тока дуги через питающую систему.

### **Вариант 5**

1 Параллельное и последовательное соединение диодов и тиристоров. Структура условного обозначения силовых диодов и тиристоров.

2 Система автоматического регулирования напряжения дуги через питающую систему.

### **Вариант 6**

1 Конструкция, принцип действия и основные параметры биполярного транзистора.

2 Система стабилизации напряжения на дуге при сварке неплавящимся электродом.

### **Вариант 7**

1 Опишите основные схемы включения биполярного транзистора, статические вольт-амперные характеристики.

2 Система автоматического направления сварочной головки по стыку с фотоэлектрическим датчиком.

### **Вариант 8**

1 Униполярные (полевые) транзисторы. Конструкция, принцип действия полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом и МДП-транзисторов.

2 Система автоматического направления сварочной головки с электро-разрядными датчиками.

### **Вариант 9**

1 Конструкция, принцип действия и основные параметры биполярного транзистора с изолированным затвором - IGBT.

2 Система автоматического направления сварочной головки по стыку с электромагнитным датчиком.

### **Вариант 10**

1 Оптоэлектронные приборы. Общая характеристика, устройство, основные параметры.

2 Система автоматического направления сварочной горелки по стыку с электромеханическим датчиком.

### **Вариант 11**

1 Логические функции, их реализация. Особенности построения логических устройств.

2 Система автоматического регулирования напряжения при электрошлаковой сварке с воздействием на источник питания.

### **Вариант 12**

1 Опишите основные параметры полевых транзисторов. Условные обозначения полевых транзисторов, классификация.

2 Система автоматического регулирования тока электрошлаковой сварки с воздействием на скорость подачи электрода.

### **Вариант 13**

1 Способы реализации основных логических элементов (И, ИЛИ, НЕ). Логические схемы на реле, диодах и транзисторах.

2 Система автоматического регулирования уровня металлической ванны при электрошлаковой сварке с датчиком температуры.

### **Вариант 14**

1 Интегральные триггеры. Принцип действия R-S-, D-, T- и J-K-триггеров.

2 Система автоматического регулирования уровня металлической ванны электрошлаковой сварки с контактным датчиком.



**Вариант 15**

1 Опишите устройство и работу регуляторов цикла контактной сварки на микроЭВМ.

2 Системы автоматического регулирования уровня металлической ванны при электрошлаковой сварке с датчиком радиоактивности.

**Вариант 16**

1 Операционные усилители: принцип действия, основные параметры. Основные схемы включения операционных усилителей.

2 Системы автоматического регулирования уровня металлической ванны электрошлаковой сварки с индукционным датчиком.

**Вариант 17**

1 Операционные усилители. Обратные связи в усилителях. Классификация. Действие отрицательной обратной связи.

2 Система автоматического регулирования электрошлаковой сварки с потенциометрическим датчиком ширины зазора.

**Вариант 18**

1 Опишите устройство и работу регуляторов цикла контактной сварки типа РКМ.

2 Система управления дозированием присадочных материалов при электрошлаковой сварке.

**Вариант 19**

1 Опишите устройство и работу регуляторов цикла контактной сварки типа РКС.

2 Система автоматического регулирования тока электронно-лучевой пушки при сквозном проплавлении.

**Вариант 20**

1 Опишите устройство и работу регуляторов цикла контактной сварки типа РВИ.

2 Система автоматического регулирования глубины проплавления при электронно-лучевой сварке с регистрацией интенсивности свечения паров металла свидетеля.

**Вариант 21**

1 Устройства для измерения параметров процесса контактной сварки.

2 Система автоматического регулирования глубины проплавления при электронно-лучевой сварке по рентгеновскому излучателю.

**Вариант 22**

1 Структура и принцип действия микроЭВМ и микропроцессора.

2 Система автоматического регулирования тока фокусирующей линзы электронно-лучевой пушки по частоте ионного тока из сварочной ванны.

**Вариант 23.**

1 Применение микроЭВМ для автоматического управления процессом сварки.

2 Система автоматического слежения за стыком свариваемых деталей при электронно-лучевой сварке.

**Вариант 24.**

1 Структура и принцип действия микроконтроллеров AVR.

2 Система автоматического регулирования сварочного тока при точечной сварке с быстродействующим измерителем эффективного значения тока.

**Вариант 25.**

1 Применение микроконтроллеров для автоматического управления процессом сварки.

2 Система автоматического регулирования напряжения на электродах в контактных сварочных машинах.

**Вариант 26.**

1 Опишите схемы тиристорных контакторов машин контактной сварки.

2 Автоматический регулятор процесса контактной сварки с датчиком температуры приэлектродной области.

**Вариант 27.**

1 Опишите микропроцессорные регуляторы для серийного электросварочного оборудования.

2 Автоматический регулятор процесса контактной сварки с измерителем перемещения электродов под действием теплового расширения.

**Вариант 28.**

1 Опишите принцип получения жестких и падающих внешних характеристик в универсальном сварочном выпрямителе. Опишите датчики напряжения и тока, используемые в сварочных выпрямителях.

2 Система автоматического регулирования энергии при подогреве в машинах для стыковой сварки.

**Вариант 29.**

1 Опишите методы и схемы определения положения линии соединения при дуговой сварке.

2 Система коррекции скорости оплавления при стыковой сварке с измерителем тока.

**Вариант 30.**

1 Опишите циклограммы работы блока программного управления сварочным полуавтоматом.

2 Система коррекция скорости оплавления при стыковой сварке с импульсным измерителем скорости.

**3 Методические указания к контрольной работе**

Вариант контрольной работы выбирается по номеру в списке группы.

Ответ на первый вопрос каждого варианта носит описательный характер. Ответы на вопросы должны быть по существу и не повторять текст учебника, а также их следует сопровождать необходимыми поясняющими рисунками и ссылками на литературу. Эскизы и схемы должны быть вычерчены карандашом.

Ответ на второй вопрос представляет собой краткий анализ предлагаемой в этом вопросе системы автоматического регулирования процесса сварки. Описание и функциональные схемы систем регулирования можно найти в литературе из предлагаемого списка. Анализ системы автоматического управления должен выполняться в следующем порядке:

1) составить функциональную схему системы автоматического регулирования;

2) дать описание устройства и принципа действия основных функциональных элементов системы автоматического регулирования;

3) составить структурную схему системы автоматического регулирования и дать описание принципа действия системы автоматического регулирования.

В конце работы должны быть указаны список использованной литературы, дата завершения работы и подпись студента.

**Список литературы**

1 **Гладков, Э. А.** Автоматизация сварочных процессов: учебник для вузов / Э. А. Гладков, Р. А. Перковский, В. Н. Бродягин. – М.: Академия, 2011. – 448 с.

2 **Гладков, Э. А.** Управление процессами и оборудованием при сварке: учеб. пособие / Э. А. Гладков. – М.: Академия, 2006. – 432 с.

3 **Львов, Н. С.** Автоматика и автоматизация сварочных процессов: учеб. пособие / Н. С. Львов, Э. А. Гладков. – М.: Машиностроение, 1982. – 302 с.

4 Автоматизация сварочных процессов / Под ред. В. К. Лебедева, В. П. Черныша. – Киев: Высшая школа, 1986. – 296 с.

5 Оборудование для контактной сварки: справ. пособие / Под ред. В. В. Смирнова. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ние, 2000. – 848 с.

6 **Ткаченко, Ф.А.** Электронные приборы и устройства: учебник для вузов / Ф. А. Ткаченко – Минск.: Новое знание; Инфра – М, 2011. – 682 с.

7 **Гусев В. Г.** Электротехника и микропроцессорная техника. Учебник / В. Г. Гусев. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2008 – 798 с.

8 **Лачин В. И.** Электроника : Учеб. пособие / В. И. Лачин, Н. С. Савелов. – 7-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 703 с.

9 **Забродин, Ю. С.** Промышленная электроника: учебник / Ю. С. Забродин. – М.: Высш. шк., 1982. – 496 с.

10 **Березиенко, В.П.** Технология и оборудование сварки давлением: учеб. пособие / В. П. Березиенко, С. Ф. Мельников, С. М. Фурманов. – Могилев: Беларус.-Рос ун-т, 2009. – 252 с.

11 Технология и оборудование контактной сварки / Под редакцией В.Д.Орлова. – М.:Машиностроение, 1986. – 352 с.

12 **Мортон, Дж.** Микроконтроллеры AVR: вводный курс: пер. с англ. / Дж. Мортон. – М.: Додэка-XXI, 2006. – 272 с.