



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
машиностроительного  
\_\_\_\_\_ Дедюх Р.И.  
« 01 » сентября 2009 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СВАРКИ  
ПЛАВЛЕНИЕМ И ДАВЛЕНИЕМ

Рабочая программа для направления 150400  
«Технологические машины и оборудование»,  
специальности 150202 «Оборудование и технология  
сварочного производства»

Факультет машиностроительный, МСФ  
Обеспечивающая кафедра Оборудование и технология сварочного  
производства

Курс 4  
Семестр 8  
Учебный план набора 2006

Распределение учебного времени

Лекции	<u>54</u>	часа (ауд.)
Лабораторные занятия	<u>24</u>	часа (ауд.)
Курсовая работа в 8 семестре	<u>40</u>	часов (самост)
<b>Всего аудиторных занятий</b>	<b><u>78</u></b>	<b>часов</b>
Самостоятельная (внеаудиторная) работа	<u>98</u>	часов
<b>Общая трудоемкость</b>	<b><u>176</u></b>	<b>часов</b>
Экзамен в <u>8</u> семестре		
Диф. зачет в <u>8</u> семестре		

2009 г.



Предисловие

1. Рабочая программа составлена на основе ГОС по направлению 150400 «Технологические машины и оборудование» специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства», 515 тех/дс утвержденного 16.03.2001г., и ОС ТПУ от 2001г.

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании выпускающей кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» протокол № \_\_\_\_\_, « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009г.

2. Разработчики: доцент кафедры ОТСП \_\_\_\_\_ А.С.Киселев

доцент кафедры ОТСП \_\_\_\_\_ Е.А.Трущенко

3. Зав.кафедрой ОТСП \_\_\_\_\_ Б.Ф.Советченко

4. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом, СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. выпускающей кафедры \_\_\_\_\_ Б.Ф.Советченко

## А Н Н О Т А Ц И Я

Рабочая программа разработана по направлению 150400 «Технологические машины и оборудование» для студентов специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства».

Рабочая программа предполагает изучение: типов сварных швов и соединений, выполняемых сваркой плавлением; сварочных материалов; техники основных способов сварки плавлением: газовой, ручной дуговой покрытыми электродами, под флюсом, в защитных газах, электрошлаковой; методов выбора и расчета основных параметров режима сварки плавлением, определяющих геометрическую форму сварных швов; наплавку; общих схем формирования соединения при точечной, рельефной и шовной сварке; процессов нагрева металла; причин возникновения дефектов; условий получения сварного соединения при стыковой сварке; рациональной конструкции соединения при точечной, шовной, рельефной и стыковой сварке; технологии и техники сварки различных металлов и узлов; вопросы выбора и расчета режимов сварки; технологии сварки взрывом, магнитно-импульсной сварки, диффузионной, ультразвуковой, трением, холодной.

Разработчики: доцент Киселев А.С., доцент Трущенко Е.А., кафедра «Оборудование и технология сварочного производства», машиностроительного факультета.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цель преподавания дисциплины

Целью изучения курса является получение и закрепление навыков студентов по основам сварки плавлением и давлением различными способами и решение проблем технологии сварки конструкций.

### 1.2. Задачи изложения и изучения дисциплины

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины должны быть реализованы следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала на лекциях;
- самостоятельная проработка теоретического материала дисциплины с использованием рекомендуемой литературы;
- закрепление теоретического материала и приобретение экспериментальных навыков при выполнении лабораторных работ;
- закрепление навыков выбора способа сварки и сварочных материалов, расчета основных параметров режима сварки при курсовом проектировании.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. *Введение* – 1 час.

Предмет курса и структура. История развития сварки. Общая схема образования сварного шва и соединения. Основная терминология в области сварки плавлением.

### 2.2. *Классификация сварных швов и соединений* – 3 часа.

Типы сварных швов и соединений, выполняемых сваркой плавлением. Основные пространственные положения сварки. Форма и основные конструктивные элементы кромок различных типов швов и влияние на них способа сварки. Стандарты, регламентирующие подготовку кромок и размеры сварных швов, способы подготовки кромок. Основные дефекты сварных швов и соединений и причины их возникновения.

### 2.3. *Сварочные материалы* – 8 часов.

2.3.1. Назначение сварочных материалов и их общая классификация. Сварочная проволока, электродные стержни, прутки, пластинчатые электроды для сварки и наплавки. Неплавящиеся электроды. Основные стандарты на сварочную проволоку. Хранение и контроль качества. Покрытые электроды, порошковая сварочная проволока. Стандарты, классификация и характеристика электродов. Компоненты, входящие в

состав покрытия, назначение. Технологический процесс изготовления. Флюсы для газопламенной и электрошлаковой сварки. Технологический процесс производства плавленных и керамических флюсов.

2.3.2. Газы для газовой сварки и резки (газопламенной обработки). Кислород, его свойства, получение, хранение и транспортировка. Горючие газы и жидкости, их свойства, получение, хранение и транспортировка. Защитные газы для дуговой сварки. Назначение, свойства и области применения инертных и активных газов и их смесей. Способы получения, хранения и транспортировка. Правила техники безопасности.

2.4. *Газопламенная обработка металлов.* Области применения. Строение газового пламени и регулирование его по составу и мощности. Взаимодействие пламени с металлом – 2 часа.

Сущность и *техника газовой сварки.* Преимущества и недостатки. Сущность и техника газопрессовой сварки. Схемы сварки с боковым и торцевым нагревом.

Сущность и техника газовой резки. Подогревающее пламя и режущая кислородная струя. Влияние формы кислородной струи и частоты кислорода на качество и производительность резки. Техника разделительной и поверхностной резки.

Сущность и техника кислородно-флюсовой резки. Особые виды кислородной резки (резка под водой, кислородным копьем, резка железобетонных изделий). Изменение состава и свойств металла у кромки реза.

Сущность и техника особых видов газопламенной обработки. Методы газопламенного нанесения поверхностных слоев металлизацией и напылением.

Тепловая правка, ее принципы и техника выполнения. Газопламенная местная термообработка.

2.5. *Дуговая сварка* – 6,5 часов.

2.5.1. Дуговая сварка угольным электродом. Области применения. Типы соединений, технология и техника выполнения сварки.

2.5.2. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами. Области применения. *Техника сварки покрытыми электродами.* Технология выполнения сварки различной протяженности и разных толщин в различных пространственных положениях. Способы повышения производительности ручной дуговой сварки покрытыми электродами. *Методы выбора и расчета основных параметров режима сварки.* Способы удержания расплавленного металла при сварке.

2.5.3. Сварка под флюсом. Области рационального применения. Достоинства и недостатки. Характеристика процесса. Технология

механизированной и автоматической сварки под флюсом. Влияние основных параметров режима сварки на геометрию шва. *Расчет параметров режима сварки. Техника выполнения механизированной сварки под флюсом.* Технология сварки под флюсом углеродистых конструкционных, легированных и высоколегированных сталей.

2.5.4. Сварка в защитных газах. Основные способы сварки. Области применения способа сварки плавящимся и неплавящимся электродом. Выбор защитных газов и их смесей. Схемы подачи газа в зону сварку и для защиты шва. Сварка неплавящимся и плавящимся электродом без импульсов и с импульсами тока. *Техника ручной и механизированной сварки в защитных газах* швов в различных пространственных положениях.

Сварка порошковыми проволоками. Техника сварки порошковой проволокой с дополнительной газовой защитой и без нее.

Сварка и резка плазмой. История развития данного способа сварки. Схемы получения плазменной струи и используемые газы. Области применения сварки и резки. Техника сварки и резки плазменной дугой.

2.5.5. Сварка дугой, вращающейся в магнитном поле. Схемы процесса. Способы управления сварочной дугой. Достоинства и недостатки процесса.

2.5.6. Сварка и резка под водой. Дуговая и воздушно-дуговая резка. Техника дуговой резки покрытыми и неплавящимися электродами.

## 2.6. Электрошлаковая сварка – 1 час.

Области применения. Сущность и *техника электрошлаковой сварки.* Конструкция свариваемых соединений. *Основные параметры режима сварки*, методы их выбора и расчета. Влияние основных параметров режима электрошлаковой сварки на геометрию шва. Технология электрошлаковой сварки прямолинейных и кольцевых швов, плавящимся мундштуком.

## 2.7. Сварка электронным лучом – 0,5 часа.

Области применения. Конструкция сварных соединений и техника сварки. Преимущества и недостатки способа. Основные схемы получения электронного луча. Влияние основных параметров режима сварки на форму и размеры сварочной ванны.

## 2.8. Сварка лазерным лучом – 0,5 часа.

Достоинства и недостатки способа сварки. Основные схемы получения светового луча.

## 2.9. Наплавка – 1 час.

Сущность и назначение способа. Основные способы наплавки, области применения, достоинства и недостатки. Влияние способа наплавки на долю

участия основного металла в наплавленном слое. Выбор способа наплавки и сварочных материалов в зависимости от ее назначения.

#### 2.10. *Свариваемость металлов – 0,5 часа.*

Комплексная технологическая характеристика, зависящая от их физико-химических свойств и определяющая возможность получения сварного соединения с требуемыми эксплуатационными показателями (механическими, коррозионными т.д.). Влияние способа и технологии сварки. Общий подход к рассмотрению вопросов конкретной технологии сварки различных материалов.

#### 2.11. *Технология сварки сталей – 1 час.*

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей. Состав, свойства и области применения. Образование шва сталей и околошовной зоны, основные сведения о свариваемости. Основная цель техники и технологии сварки. Свойства сварных соединений.

Сварка углеродистых, низко- и среднелегированных закаливающихся сталей. Состав конструкционных и теплоустойчивых сталей, их свойства и область применения. Основные сведения о свариваемости. Основы подхода к выбору техники и технологии сварки в зависимости от назначения конструкции. Свойства сварных соединений.

Сварка высокохромистых мартенситных, мартенситно-ферритных и ферритных сталей. Классификация сталей, основные свойства и области применения. Общие рекомендации по выбору сварочных материалов. Свойства сварных соединений.

Сварка высоколегированных аустенитных сталей и сплавов. Классификация сталей по назначению, состав, основные свойства. Свариваемость, особенности техники и технологии, обусловленные составом стали и назначением сварной конструкции. Свойства сварных соединений.

Сварка разнородных сталей. Особенности образования шва и сварного соединения. Общие рекомендации по технике и технологии сварки сталей одного и разных структурных классов, по выбору сварочных материалов. Сварка двухслойной стали.

#### 2.12. *Технология сварки чугуна – 0,5 часа. Состав, свойства и классификация чугунов.* Особенности технологии и техники сварки. Техника и технология дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки. Газовая сварка чугуна. Особые виды сварки.

#### 2.13. *Технология сварки цветных металлов и сплавов – 0,5 часа.*

Общая характеристика, классификация, области применения. Особенности технологии сварки.

Сварка меди и сплавов на ее основе. Состав, свойства, общие сведения о свариваемости. Техника и технология газовой сварки, дуговой сваркой угольным электродом, покрытыми электродами, под флюсом и в защитных газах. Сварка электронным лучом, электрошлаковая. Свойства сварных соединений.

Сварка алюминия и его сплавов. Состав, свойства, общие сведения о свариваемости. Основные металлургические закономерности при сварке алюминиевых сплавов. Техника и технология газовой сварки, дуговой сварки угольным электродом, покрытыми электродами, по слою флюса, в защитных газах. Сварка электронным лучом. Подготовка свариваемых кромок, электроды, присадочные материалы, флюсы, режимы сварки. Свойства сварных соединений.

Сварка никеля и сплавов на его основе. Состав, свойства общие сведения о свариваемости. Техника и технология газовой сварки., дуговой сварки угольным электродом, покрытыми электродами, под флюсом, в защитных газах. Свойства сварных соединений, выполненные рассмотренными способами сварки.

Сварка магния и его сплавов. Состав, свойства, общие сведения о свариваемости. Причины ограниченного применения газовой сварки и дуговой угольными и покрытыми электродами. Техника и технология дуговой сварки в защитных газах и электронно-лучевой сварки.

Сварка титана и его сплавов. Техника и технология дуговой сварки под флюсом в защитных газах электроннолучевой, электрошлаковой сварки. Свойства сварных соединений.

Сварка тугоплавких и химически активных конструкционных материалов (циркония, ниобия, тантала, молибдена, гафния, ванадия, хрома, вольфрама). Состав, свойства, общие сведения о свариваемости. Техника и технология дуговой сварки в защитных газах, электроннолучевой сварки.

#### *2.14. Технология сварки разнородных металлов, сплавов и металлов с неметаллами – 0,5 часа.*

Конструкция сварных соединений. Выбор способа сварки и сварочных материалов. Техника и технология сварки сталей с цветными металлами и сплавами на их основе.

#### *2.15. Техника безопасности при производстве сварочных работ и охрана окружающей среды.*

Общие положения и общая характеристика основных требований по технике безопасности при различных способах сварки плавлением. Мероприятия, предупреждающие загрязнение окружающей среды – 0,5 часа.



## 2.16. *Формирование соединений при точечной, рельефной и шовной сварке – 7 часов.*

Общая схема формирования соединений. Основные параметры режима сварки.

Основные процессы при формировании соединений:

- Нагрев металла: источники тепла при сварке, *контактные сопротивления*, собственное сопротивление деталей, общее сопротивление деталей; электрическое и *температурное поле при нагреве*; расчет сварочного тока и *методика приближенного определения параметров режима* с использованием теории теплового подобия.
- Пластическая деформация металла: роль пластической деформации, понятие о микропластической деформации и объемной деформации.
- Электромагнитные процессы удаления поверхностных пленок.

## 2.17. *Формирование соединений при стыковой сварке – 7 часов.*

Условия получения сварного соединения. Особенности процессов нагрева: источники теплоты при сварке, тепловые процессы при сварке сопротивлением и оплавлением, физические основы процессов оплавления, устойчивость оплавления и способы интенсификации оплавления.

Пластическая деформация металла и удаление поверхностных пленок. Применение теории подобия для расчетного определения основных параметров

Основные дефекты, природа их образования и меры предупреждения.

## 2.18. *Технология точечной, рельефной и шовной сварки – 7 часов.*

Выбор рациональной конструкции деталей и элементов соединений. Общая схема технологического процесса производства сварных узлов и основные требования к досварочным (подготовка поверхности, сборка, прихватка) и послесварочным (правка и механическая доработка антикоррозионная защита) операциям.

Технология и техника сварки различных групп конструкционных материалов: особенности процесса точечной и шовной сварки и его программирование; форма и размеры рабочей поверхности электродов и роликов; влияние физико-химических и металлургических свойств металлов на выбор параметров режима сварки; классификация металлов и сплавов по особенностям свойств и режимов сварки.

*Техника выбора режима сварки деталей одинаковой толщины.*

Особые случаи сварки: сварка деталей неравной толщины и разноименных материалов, сварка спеченных и композиционных материалов, шовностыковая сварка, шовная сварка с раздавливанием кромок, сварка трехслойных и сотовых панелей, сварка металлов с покрытием,

односторонняя сварка, микросварка, рельефная сварка, наваривание слоев металла для восстановления износа.

#### 2.19. *Технология стыковой сварки – 6 часов.*

Выбор способа сварки, рациональной конструкции соединений и подготовка деталей к сварке.

*Технология сварки различных металлов и узлов: выбор параметров режима, технологические особенности процесса стыковой сварки, режимы сварки различных металлов и сплавов, особенности технологии сварки различных деталей (проволоки, стержней, кольцевых деталей, рельсов, труб, цепей, заготовок инструмента).*

Особенности диффузионной сварки, сварки взрывом, ультразвуковой, магнитно-импульсной сварки, трением, холодной. Основные параметры режима сварки, рекомендации по их выбору.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА

#### 3.1. Перечень лабораторных работ - 24 часа.

3.1.1. Изготовление и технологические испытания покрытых электродов – 2 часа.

3.1.2. Коэффициент плавлением, наплавки, потерь на угар и разбрызгивание, производительность сварки - 2 часа.

3.1.3. Доля основного металла в металле шва и погонная энергия - 2 часа.

3.1.4. Определение технико-экономических показателей производительных сварки способов ручной дуговой сварки -2 часа.

3.1.5. Условия горения дуги, формирование валика и производительность в среде углекислого газа - 2 часа.

3.1.6. Расчет и проверка режимов автоматической сварки под слоем флюса по заданной глубине провара - 2 часа.

3.1.7. Изучение принципа действия машин контактной сварки: АТН-16; МТП-75; МТР-1701; МС-502; МС-2008; МШ-1001 - 6 часов.

3.1.8. Исследование влияния параметров режима на свойства сварного соединения при точечной, шовной и стыковой сварке - 6 часов.

### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цель курсового проекта - закрепление, систематизация, расширение теоретических знаний и приобретение практических навыков в вопросах проектирования технологического процесса сварки на примере сварной конструкции, выбора и обоснование применения сварочных материалов, необходимых для осуществления этого процесса. Задачи проекта

- практическое решение этих вопросов применительно к сварке конкретного изделия.

4.2. Тематика курсового проекта согласуется с руководителями курсового проектирования и носит характер - разработка технологии сварки конкретной сварной конструкции.

4.2.1. Примерный перечень тем курсового проекта

4.2.1.1. Технология сварки кронштейна.

4.2.1.2. Технология сварки воздушного глушителя.

4.2.1.3. Технология сварки вентиляционной решетки

4.2.1.4. Технология сварки емкости для пищевых продуктов.

4.2.1.5. Технология сварки защитного кожуха.

4.2.1.6. Технология стыковой сварки прутков  $\varnothing 20$  мм. Из стали ШХ15 и Ст45.

4.2.1.7. Технология стыковой сварки ленточных пил.

4.2.1.8. Технология шовной сварки силфона.

4.2.1.9. Технология точечной сварки декоративной решетки.

## 5. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1. Работа с конспектом лекций и учебной литературой - 48 часов.

5.2. Подготовка к выполнению лабораторных работ - 10 часов.

5.3. Работа над курсовым проектом - 40 часов (самостоятельно).

## 6. ТЕКУЩИЙ И ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

В качестве текущего контроля данной дисциплины применяются контрольные работы по лекционному курсу (объем материала, выносимый на контрольную точку определяются ведущим лектором). По данному курсу предусмотрены четыре контрольные точки по следующим темам:

- сварочные материалы;
- сущность и техника различных способов сварки;
- технология сварки сталей и чугуна
- технология сварки цветных металлов и сплавов.

Цель текущего контроля - определение уровня знаний и усвоения лекционного материала и материала самостоятельной работы. Для текущего контроля по лабораторным работам требуется сдача отчета, по проделанной работе. В конце курса предлагается защита всего цикла работ (по контрольным вопросам на лабораторные работы и вопросы по теме лабораторных работ, определяемые ведущим практические занятия). По каждой лабораторной работе студент обязан решить контрольные задачи, которые выдаются преподавателем, ведущим лабораторные работы.

Итоговый контроль по лабораторным работам производится следующим образом: защита цикла проделанных лабораторных работ .

Итоговый контроль по теоретическому разделу. Проводится экзамен, на котором студент показывает знания и умения, получившие при изучении данной дисциплины.

Итоговый контроль по курсовому проектированию. Проводится защита курсового проекта.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Технические средства обучения и контроля. Тесты для текущего контроля усвоения материала.
2. Материальное обеспечение дисциплины.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Акулов А.Н., Бельчук А.К., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением: М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
2. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением Под ред. Б.Е.Патона М.: Машиностроение, 1974.
3. Технология и оборудование контактной сварки - Под ред. Б.Д.Орлова - М.: Машиностроение, 1986. - 352 с.
4. Гуляев А.И. Технология точечной и рельефной сварки сталей М.: Машиностроение, 1978. - 246 с.

Дополнительная:

5. Сварка в машиностроении. Пред. редкол. Г.А.Николаев. Справочник в 4-х томах М.: Машиностроение, 1978. - 1979.
6. Технология и оборудование сварки плавлением. Под ред. Г.Д.Никифорова М.: Машиностроение, 1986.
7. Ерохин А.А. Основы сварки плавлением М.: Машиностроение, 1972.
8. Петров Г.Л. Сварочные материалы. Л.: Машиностроение, 1972.
9. Глебов Л.В., Пескарев М.А., Файгенбаум Д.С. Расчет и конструирование машин контактной сварки - Л.: Энергоиздат, 1981. - 423 с.
10. Кабанов Н.С., Слепак Э.Ш. Технология стыковой контактной сварки - М.: Машиностроение, 1970. - 264 с.
11. Патон Б.Е., Лебедев В.К. Электрооборудование для контактной сварки - М.: Машиностроение, 1970. - 440 с.