

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 08.10.2023 14:47:16
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)
Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
проректор по учебной работе
« 1 » 02



АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ СВАРКИ ДАВЛЕНИЕМ САПР В СВАРКЕ

Методические указания по самостоятельной работе
студентов направления подготовки 15.03.01 Машиностроение
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

УДК 621.791

Составитель Н.И. Иванов

Рецензент

кандидат технических наук, доцент *В.В. Малыхин*

Автоматизация сварочных процессов. Технология и оборудование сварки давлением. САПР в сварке [Текст]: методические указания по самостоятельной работе / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Н.И. Иванов. – Курск: ЮЗГУ, 2018. 64 с.

Излагаются методические указания по изучению указанных дисциплин, приводятся домашние задания, рекомендации по изучению разделов дисциплин, подготовке к выполнению лабораторных работ, к промежуточной и итоговой аттестации.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС ВПО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

Предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *1.02.18*. Формат 60×84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 33. Уч. - изд. л. 31. Тираж 100 экз. Заказ 26. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	5
1.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин	5
1.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся	6
1.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	7
2 АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ	9
2.1 Цель изучения дисциплины	9
2.2 Задачи изучения дисциплины	9
2.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	9
2.4 Содержание лекционного материала	11
2.5 Лабораторный практикум	13
2.6 Вопросы для подготовки к компьютерному тестированию по дисциплине	17
2.7 Перечень экзаменационных вопросов по дисциплине	23
2.8 Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля	26
2.9 Библиографический список по дисциплине	27
3 ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ СВАРКИ ДАВЛЕНИЕМ	29
3.1 Цель изучения дисциплины	29
3.2 Задачи изучения дисциплины	29
3.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения	

образовательной программы	29
3.4 Содержание лекционного материала	31
3.5 Лабораторный практикум	34
3.6 Вопросы для подготовки к компьютерному тестированию по дисциплине	40
3.7 Перечень экзаменационных вопросов по дисциплине	46
3.8 Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля	49
3.9 Библиографический список по дисциплине	50
4 САПР В СВАРКЕ	53
4.1 Цель изучения дисциплины	53
4.2 Задачи изучения дисциплины	53
4.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	53
4.4 Содержание лекционного материала	54
4.5 Лабораторный практикум	56
4.6 Вопросы для подготовки к компьютерному тестированию по дисциплине	57
4.7 Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля	62
4.8 Библиографический список по дисциплине	63

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин

Основными видами аудиторной работы студента при изучении рассматриваемых дисциплин учебного плана являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплин завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты могут готовить рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении рассматриваемых в данных методических указаниях дисциплин: конспектирование учебной литературы и лекций, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные фор-

мы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения самостоятельно работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины с целью усвоения и закрепления получаемых компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплин – закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей каждой дисциплины.

1.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками ка-

федры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по каждой дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
 - методических рекомендаций по организации самостоятельной работы студентов;
 - тем рефератов;
 - вопросов к экзамену;
 - методических указаний к выполнению лабораторных работ.

1.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- Положение П 02.016–2015 «О балльно-рейтинговой системе оценки качества освоения образовательных программ»;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Текущий контроль по дисциплинам проводится в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы.

Промежуточная аттестация по дисциплинам проводится в форме экзамена или зачета в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются лекционные темы дисциплин. Все темы дисциплин отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий по каждой дисциплине и постоянно пополняется.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

2 АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

2.1 Цель изучения дисциплины

Закрепление у студентов знаний теории автоматического регулирования, формирование базовых знаний о современном состоянии и перспективах автоматизации основных и вспомогательных сварочных операций, связанных со сварочным процессом и изменением пространственного положения изделия и сварочной головки, ознакомление студентов с особенностями автоматизации сварочных процессов как части комплексной механизации и автоматизации сварочного производства.

2.2 Задачи изучения дисциплины

- приобретение студентами познаний об основах автоматизации, применимых для технических систем типа «сварочное оборудование и сварочные технологические процессы»;
- овладение умением провести анализ и выбор известных систем регулирования или произвести их модернизацию применительно к конкретным условиям сварки;
- приобретение студентами знаний об основных типах автоматизированного сварочного оборудования;
- овладение умением управлять сварочными процессами с применением средств автоматизации и вычислительной техники.

2.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соответствующие с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Обучающиеся должны **знать:**

- типовые принципы и методики построения и функционирования элементов и систем стабилизации, систем программного управления и регулирования, следящих систем, микропроцессорных систем управления, робототехнических комплексов;

- основы теории автоматического регулирования, законы и закономерности построения замкнутых и разомкнутых систем автоматического регулирования (САР), особенности их функционирования в различных режимах и для различных объектов управления в сварке;

уметь:

- на основе анализа требований к качеству сварного соединения, производительности процесса сварки и условий работы сварщика сформулировать задачу автоматизации конкретных сварочных процессов и оборудования;

- сформулировать техническое задание на разработку инновационных средств автоматизации сварочных процессов;

владеть:

- методиками разработки планов и программ организации инновационной деятельности, оценки инновационных и технологических рисков при внедрении новых автоматизированных систем управления сварочными процессами;

- навыками творческой инициативы, рационализации, изобретательства, способствующими внедрению достижений отечественной и зарубежной науки и техники в области автоматизированных систем управления сварочными процессами;

- навыками составления описания принципов действия и устройства проектируемых автоматизированных систем управления сварочными процессами с обоснованием принятых технических решений.

У обучающихся формируются следующие **компетенции**:

Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ОПК-1**).

Способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (**ПК-1**).

Умение обеспечивать моделирование технических объектов и

технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов (ПК-2).

2.4 Содержание лекционного материала

Лекция 1.

Раздел 1: Основы теории автоматического регулирования и управления. Особенности и перспективы развития автоматизации сварочных процессов. Основные термины и определения. Основные типы систем автоматического регулирования и управления. Системы автоматического регулирования. Принципы управления. Задачи теории автоматического управления. Статический режим автоматической системы. Динамика автоматических систем. Формы записи уравнений элементов автоматической системы. Типовые звенья автоматических систем. Структурная схема автоматической системы. Последовательное и параллельное соединение звеньев, обратная связь. Устойчивость автоматических систем. Качество процесса управления.

Лекция 2.

Раздел 2: Автоматизация вспомогательных сварочных операций, связанных с изменением пространственного положения изделия и сварочной головки. Системы направления сварочной и режущей головок. Характеристика процесса образования шва при дуговой сварке как объекта автоматического направления. Наплавка и резка. Классификация систем направления. Общие свойства систем направления.

Лекция 3, 4, 5.

Раздел 3: Особенности автоматизации процессов дуговой сварки как части комплексной механизации и автоматизации сварочного производства. Структура сварочного контура и возмущающие воздействия. Статическая устойчивость энергетической системы «источник питания - дуга». Инерционность элементов системы «источник питания - дуга - электрод – ванна».

Классификация систем автоматического регулирования дуговых сварочных процессов. Система автоматического регулирования дуги саморегулированием (АРДС). Сущность и общие условия процесса саморегулирования. Зависимость скорости плавления электрода от тока и напряжения дуги. Статическая характеристика и статические свойства системы АРДС. Системы автоматического регулирования напряжения (АРНД) и тока (АРТД) дуги. Принцип действия систем. Статическая характеристика системы и статические свойства системы АРНД. Сопоставление систем АРДС и АРНД. Система АРТД. Системы автоматического регулирования с воздействием на источник питания (АРП) и на вылет электрода (АРВ). Принцип действия и общие свойства систем АРП. Устройство и анализ систем АРП. Принцип действия и общие свойства систем АРВ. Системы регулирования геометрических размеров шва и автокоррекции режимов. Принцип действия и свойства систем. Некоторые типовые САР глубины провара. Системы автокоррекции режимов.

Лекция 6, 7.

Раздел 4: Особенности автоматизации процессов контактной сварки как части комплексной механизации и автоматизации сварочного производства. Условия получения качественного соединения и анализ процесса нагрева. Чувствительность нагрева к типовым возмущениям. Классификация систем регулирования, применяемых в контактной сварке. Системы регулирования энергетических параметров. Системы регулирования физических параметров. Системы регулирования температуры контакта «электрод - деталь». Системы регулирования нагрева околотоочечной зоны. Системы регулирования нагрева по изменению сопротивления в зоне сварки. Системы регулирования нагрева с использованием ультразвуковых колебаний. Системы регулирования нагрева по тепловому расширению металла. Системы компенсации. Системы компенсации напряжения холостого хода. Системы компенсации колебаний толщины. Системы компенсации износа рабочей поверхности электрода. Системы компенсации изменения сопротивления между электро-

дами. Системы сигнализации.

Лекция 8.

Раздел 5: Системы программного управления сварочными процессами (САУ). Принцип действия и общие свойства САУ. Некоторые типичные САУ сварочных процессов.

Лекция 9.

Раздел 6: Кибернетические системы управления. Применение ЭВМ в системах автоматического управления сварочными процессами. Самонастраивающиеся и экстремальные системы. Промышленные роботы в сварке.

2.5 Лабораторный практикум

Работа №1. Принципы построения схем автоматического управления сварочным оборудованием.

Контрольные вопросы:

- 1) Какие режимы работы обычно используются в процессе эксплуатации автоматического сварочного оборудования?
- 2) Назовите основные принципы, принимаемые во внимание при составлении релейных схем управления сварочным оборудованием.
- 3) Особенности принципа профилактики аварийных режимов.
- 4) В чем заключается принцип минимальной мощности дискретного управления?
- 5) Чем достигается выполнение принципа минимального количества проводных связей?
- 6) Назовите основные правила составления релейных схем управления сварочным оборудованием.
- 7) Для чего необходима сигнализация в системах автоматического управления? Какая она может быть?
- 8) Особенности питания цепей управления и сигнализации в релейных схемах управления сварочным оборудованием?
- 9) Какие функции должна выполнять релейная схема управления автоматом для сварки в среде защитного газа?

10) Как обеспечивается самоблокировка в релейных схемах управления?

11) Как можно осуществить задержку времени на отключение исполнительных органов в релейных схемах управления? Чем обеспечивается необходимое время задержки?

12) С помощью чего осуществляется задержка времени включения исполнительного элемента в релейных схемах управления?

Работа №2. Изучение динамики систем автоматического регулирования дуговой сварки методом математического моделирования.

Контрольные вопросы:

1) Почему для анализа переходных процессов в САР используется математическое моделирование?

2) Какие математические действия можно выполнять с помощью операционного усилителя?

3) Что необходимо сделать, чтобы операционный усилитель выполнял ту или иную математическую операцию?

4) Что необходимо иметь для составления машинной схемы САР?

5) На основании чего строится структурная схема САР?

6) Какая система называется системой АРДС?

7) Какие условия необходимы для работы системы АРДС?

8) Как проводится анализ переходных процессов в САР с помощью машинной схемы?

9) Чем отличается система АРНД от системы АРДС?

10) Сравнительная оценка систем АРДС и АРНД;

11) Принцип работы системы АРТД.

Работа №3. Особенности устройства и принципа работы контроллера для контактной сварки ККС-01.

Контрольные вопросы:

1) Достоинства применения в схемах управления контактной сварочной машины микропроцессорных систем программного управления?

- 2) Какова классификация микропроцессорных средств управляющей вычислительной техники, используемой в схемах управления сварочным оборудованием?
- 3) Какие функции выполняет контроллер ККС-01?
- 4) Чем реализуются все основные функции контроллера ККС-01?
- 5) Что входит в состав контроллера ККС-01?
- 6) Какие диагностические сообщения обеспечивает контроллер ККС-01?
- 7) Какие автоматические системы реализуются контроллером ККС-01?
- 8) Как устанавливается и закрепляется датчик тока контроллера ККС-01 на токопроводящую шину вторичного контура сварочной машины?
- 9) Что располагается на лицевой панели контроллера ККС-01?
- 10) Каков порядок ввода параметров программы режима сварки в оперативную память контроллера ККС-01?

Работа №4. Особенности работы системы автоматического регулирования тока при точечной сварке.

Контрольные вопросы:

- 1) Чем отличается при контактной сварке автоматическая стабилизация параметров от автоматического регулирования?
- 2) Особенности систем автоматического регулирования энергетических параметров?
- 3) Какие возмущения обрабатывает система $I = \text{const}$?
- 4) При каких условиях мощность и нагрев находятся в прямой и однозначной зависимости от возможных колебаний тока при действии возмущений по параметрам источника питания?
- 5) Как соотносятся отклонения тока и мощности когда ток колеблется в результате изменения сопротивления зоны сварки $R_{св}$?
- 6) Может ли обрабатывать САР тока возмущения по усилию, диаметру электродов $d_э$ (а следовательно рабочей поверхности $F_э$), по

шагу точек?

7) Какие возмущения может обрабатывать САР тока?

Работа №5. Система автоматической компенсации износа электрода при точечной сварке.

Контрольные вопросы:

1) В каком случае целесообразно использовать систему автоматической компенсации?

2) Какой параметр обычно используется в качестве регулирующего воздействия в системах автоматической компенсации?

3) В чем отличие систем автоматической компенсации действия возмущения от систем автоматического регулирования?

4) Как осуществляется компенсация износа рабочей поверхности электрода?

5) Как осуществляется оценка величины факторов и возмущений в случае применения системы автоматической компенсации?

6) Что выполняет роль датчика в системе автоматической компенсации износа электрода?

7) Как определяется общее количество коррекций для программы системы автоматической компенсации износа электрода?

Работа №6. Технологические особенности автоматического регулирования нагрева по скорости снижения усилия в зоне сварки Т-образных соединений малогабаритных деталей.

Контрольные вопросы:

1) Какие недостатки свойственны для процесса, реализуемого на серийном автоматическом оборудовании в массовом производстве малогабаритных изделий при сварке Т-образных соединений?

2) Какой процесс является более эффективным?

3) Почему даже при использовании эффективных режимов, не гарантирует получение бездефектных соединений в нерегулируемом процессе?

4) Какой параметр процесса сварки Т-образных соединений является наиболее информативным и почему?

5) Какой недостаток имеет САР с отключением тока по жестко фиксированному уровню усилия?

6) Какими параметрами определяется опорный сигнал САР нагрева по скорости снижения усилия в зоне сварки Т-образных соединений?

7) Почему важна «привязка» опорного сигнала к величине статического усилия?

8) Почему сварку с САР нагрева по скорости снижения усилия целесообразно выполнять с увеличенной амплитудой тока по сравнению с нерегулируемым процессом на $15\div 20\%$?

2.6 Вопросы для подготовки к компьютерному тестированию по дисциплине

1) Назовите основные задачи автоматического регулирования и управления сварочными процессами?

2) Что свойственно для системы автоматического контроля?

3) Для чего предназначены системы автоматического управления?

4) Для чего предназначены системы автоматического контроля?

5) Для чего предназначены системы автоматического регулирования?

6) Какие функции выполняют элементы системы автоматического регулирования?

7) Назовите отличительные особенности систем управления по отклонению?

8) Назовите отличительные особенности систем управления по возмущению?

9) Назовите отличительные особенности систем с комбинированном принципом управления?

10) Что называется структурной схемой автоматической системы?

11) Какие показатели относятся к основным показателям качества процесса управления автоматической системы?

- 12) Каким может быть процесс автоматического управления по виду переходной характеристики?
- 13) При каком условии процесс автоматического управления является апериодическим?
- 14) При каком условии процесс автоматического управления является монотонным?
- 15) При каком условии процесс автоматического управления является колебательным?
- 16) К какой группе параметров относятся напряжение и сила тока дуги, температура изделия?
- 17) К какой группе параметров относятся скорость подачи электродной проволоки и скорость сварки?
- 18) К какой группе параметров относятся диаметр электрода, форма и размеры разделки, величина зазора, вылет и угол наклона электрода, положение шва в пространстве, способ защиты сварочной ванны?
- 19) Какие параметры используют в системах автоматического регулирования геометрических размеров шва в качестве регулирующего воздействия?
- 20) Чем оценивается в системах автоматического регулирования геометрических размеров шва сила регулирующего воздействия Φ_p (I , $V_{св}$, A_c , l_b и т. д.) на регулируемый параметр P_n (h , b и др.)?
- 21) По результатам оценки каких факторов ведется воздействие на режимы в системах автокоррекции режима?
- 22) От чего зависит тепловая инерционность зоны сварки?
- 23) В чем заключается особенность работы автоматических систем компенсации?
- 24) Какая информация используется в системах сигнализации?
- 25) Как определяется величина и знак требуемой коррекции режимов в системах автокоррекции?
- 26) От чего зависит распределение потоков тепла и электродного металла между кромками стыка?
- 27) Какое положение электрода является номинальным для несимметричных соединений?
- 28) К чему приводит при наплавке занижение шага перемеще-

ния головки?

29) Как влияет ширина наплавленного валика на чувствительность процесса к погрешностям направления?

30) По какому принципу строятся системы направления для наплавки и для резки?

31) Слежение за электродом является ли принципом, соответствующим действию системы направления сварочной головки?

32) Для какой системы направления сварочной головки не характерно появление методической погрешности?

33) От каких факторов не зависит величина методической погрешности системы направления сварочной головки?

34) В каком производстве широко распространены системы сигнализации?

35) Без чего применение ЭВМ в сварочном оборудовании не может обеспечить выполнение логических операций по управлению различными элементами сварочного оборудования?

36) В чем заключается особенность самонастраивающихся систем автоматического регулирования?

37) Используется ли промышленный робот для контроля качества сварных соединений при контактной точечной сварке?

38) Что включает в себя комплексное устройство, называемое промышленным роботом?

39) Что является источниками энергетических возмущений?

40) Что является причинами технологических возмущений?

41) Что является источниками кинематических возмущений?

42) Какая система называется устойчивой?

43) Чем уравнивается текущее отклонение напряжения дуги от напряжения источника в инерционной цепи в любой момент переходного процесса?

44) Когда энергетическая система «источник питания - дуга» будет устойчивой?

45) Как отражаются на величинах глубины проплавления и ширины шва кратковременные импульсные колебания режима горения дуги?

46) Какой дуге свойственно явление саморегулирования?

- 47) В чем заключается явление саморегулирования при дуговой сварке?
- 48) Какая связь лежит в основе саморегулирования процесса дуговой сварки?
- 49) Что является общим условием устойчивости системы саморегулирования при дуговой сварке?
- 50) Что такое коэффициент саморегулирования по току?
- 51) Какие значения может иметь коэффициент саморегулирования по току для различных вариантов процессов?
- 52) Что такое коэффициент саморегулирования по напряжению?
- 53) Какие значения может иметь коэффициент саморегулирования по напряжению для различных вариантов процессов?
- 54) Процессы с каким коэффициентом саморегулирования по напряжению $K_{сн}$ относятся к основным вариантам по зависимости скорости плавления электрода от напряжения дуги?
- 55) Процессы с каким коэффициентом саморегулирования по напряжению $K_{сн}$ относятся к специальным вариантам по зависимости скорости плавления электрода от напряжения дуги?
- 56) При каких условиях коэффициент саморегулирования по напряжению $K_{сн}$ равен «0»?
- 57) При каких условиях коэффициент саморегулирования по напряжению $K_{сн}$ больше «0»?
- 58) При каких условиях коэффициент саморегулирования по напряжению $K_{сн}$ меньше «0»?
- 59) Когда для системы саморегулирования дуговой процесс статичен?
- 60) Что называется статической характеристикой системы саморегулирования?
- 61) Какая статическая характеристика системы саморегулирования для коэффициента саморегулирования по напряжению меньше «0»?
- 62) Какая статическая характеристика системы саморегулирования для коэффициента саморегулирования по напряжению равного «0»?

63) Какая статическая характеристика системы саморегулирования для коэффициента саморегулирования по напряжению больше «0»?

64) Что характеризует тангенс угла наклона статической характеристики системы саморегулирования?

65) Какова реакция системы саморегулирования на возмущения скорости подачи электрода?

66) Какова реакция системы саморегулирования на возмущения длины вылета?

67) Для настройки какого параметра режима в системе АРДС главным образом используется изменение параметров источника питания (U_0 и $Z_{кз}$)?

68) С какой целью в системе АРДС используется изменение скорости подачи электрода?

69) Что в системе АРНД является коэффициентом регулирования?

70) Что называется статической характеристикой системы АРНД?

71) По какому параметру режима для системы АРНД изменение напряжения (U_0) является основным средством настройки?

72) В каких случаях система АРДС обладает преимуществом по сравнению с системой АРНД?

73) Воздействием на какие параметры системы АРП отрабатывают возмущения?

74) Как отрабатываются системой АРП возмущения, не приводящие к смещению самой статической характеристики системы?

75) Как отрабатываются системой АРП возмущения, приводящие к смещению самой статической характеристики системы?

76) Воздействием на что система АРВ отрабатывает возмущения?

77) Как отрабатываются системой АРВ возмущения, приводящие к смещению самой статической характеристики системы?

78) Как отрабатываются системой АРВ возмущения, не приводящие к смещению самой статической характеристики системы?

79) Что является регулируемым параметром в системах авто-

матического регулирования энергетических параметров при контактной сварке?

80) Что является регулируемым параметром в системах автоматического регулирования физических параметров при контактной сварке?

81) По каким возмущениям при контактной сварке осуществляется регулирование в системах автоматической компенсации?

82) Какое воздействие при контактной сварке является регулирующим в системах автоматического регулирования энергетических параметров I , U_3 и N ?

83) Какие возмущения при контактной сварке в состоянии отработки система автоматического регулирования тока ($I = \text{const}$)?

84) Какие возмущения при контактной сварке в состоянии отработки система автоматического регулирования напряжения ($U_3 = \text{const}$)?

85) На каких режимах при контактной сварке целесообразно применять системы автоматического регулирования тока ($I = \text{const}$) и напряжения ($U_3 = \text{const}$)?

86) Назовите основные особенности измерительной цепи в системах автоматического регулирования напряжения ($U_3 = \text{const}$) при контактной сварке?

87) Какие возмущения при контактной сварке в состоянии отработки система автоматического регулирования мощности ($N = \text{const}$)?

88) Какой параметр при контактной сварке является регулирующим воздействием в системах автоматического регулирования энергии ($Q = \text{const}$)?

89) На каких режимах в системах автоматического регулирования энергии ($Q = \text{const}$) улучшается качество регулирования?

90) С чем связаны особенности регулирования энергетических параметров процесса при контактной сварке тонких деталей?

91) Как целесообразно осуществлять регулирование энергетических параметров процесса при однополупериодной сварке тонких деталей?

92) Какое воздействие является регулирующим в системах ав-

томатического регулирования физических параметров при контактной сварке?

93) Что является недостатком при использовании оптических датчиков для контроля уровня нагрева при контактной сварке?

94) Когда применяют системы регулирования нагрева по изменению электрического сопротивления в зоне сварки?

95) На каком принципе основана работа систем регулирования нагрева с использованием ультразвуковых колебаний?

96) В чем заключается особенность регулирования нагрева с использованием эхо-метода ультразвуковых колебаний?

97) На каких режимах затрудняется автоматическое регулирование процесса сварки по температурному утолщению свариваемых деталей?

2.7 Перечень экзаменационных вопросов по дисциплине

1) Основные типы систем автоматического регулирования и управления.

2) Принципы управления.

3) Структурная схема автоматической системы.

4) Качество процесса управления.

5) Структура сварочного контура и возмущающие воздействия

6) Статическая устойчивость энергетической системы «источник питания - сварочная дуга».

7) Инерционность элементов системы «источник питания - дуга - электрод - ванна».

8) Классификация систем автоматического регулирования электродуговых сварочных процессов.

9) Общие требования к САР и САУ процессов дуговой сварки.

10) Сущность и общие условия процесса саморегулирования при дуговой сварке.

11) Зависимость скорости плавления электрода от тока и напряжения дуги.

- 12) Статическая характеристика системы АДДС.
- 13) Границы возможных режимов в системах АДДС.
- 14) Статические свойства систем АДДС.
- 15) Принцип действия системы АРНД.
- 16) Статическая характеристика системы АРНД.
- 17) Статические свойства системы АРНД.
- 18) Сравнительная оценка систем АДДС и АРНД.
- 19) Принцип действия системы АРТД.
- 20) Принцип действия и общие свойства систем АРП.
- 21) Устройство систем АРП, предназначенных для стабилизации напряжения дуги.
- 22) Устройство систем АРП с воздействием на сопротивление источника питания дуги.
- 23) Принцип действия и общие свойства систем АРВ.
- 24) Принцип действия и свойства систем регулирования геометрических размеров шва.
- 25) Системы стабилизации глубины провара с воздействием на ток дуги.
- 26) Системы стабилизации глубины провара с воздействием на скорость дуговой сварки.
- 27) Системы стабилизации глубины провара с воздействием на амплитуду колебания дуги.
- 28) Системы регулирования процесса электродуговой сварки по нагреву ОШЗ.
- 29) Системы автокоррекции режимов дуговой сварки.
- 30) Принцип действия и общие свойства САУ процессами сварки.
- 31) Программное управление током дуги и скоростью сварки при сварке кольцевых швов изделий малого диаметра.
- 32) Программное изменение режимов дуговой сварки в начале и конце швов.
- 33) Характеристика процесса образования шва при дуговой сварке как объекта авт. направления.
- 34) Особенности систем автоматического направления сварочной головки при наплавке и резке.

35) Общие свойства систем автоматического направления сварочных головок.

36) Регулирующие воздействия для САР контактной сварки.

37) Анализ процесса нагрева при контактной сварке как объекта автоматического регулирования (АР).

38) Чувствительность нагрева при контактной сварке к типовым возмущениям.

39) Классификация САР процессов контактной сварки.

40) Особенности САР энергетических параметров при контактной сварке.

41) Системы стабилизации тока при контактной сварке.

42) Системы стабилизации напряжения на электродах при контактной сварке.

43) Системы стабилизации мощности и энергии при контактной сварке.

44) Особенности АР энергетических параметров контактной сварки тонких деталей.

45) Системы АР температуры контакта электрод-деталь.

46) Системы АР нагрева околочечной зоны при контактной сварке.

47) Системы автоматического регулирования нагрева по изменению сопротивления зоны сварки $R_{св}$.

48) Системы АР нагрева при контактной сварке с использованием УЗК (теневой метод).

49) Системы АР нагрева при контактной сварке с использованием УЗК (эхо-метод).

50) Системы АР нагрева при контактной сварке по тепловому расширению металла.

51) Особенности систем компенсации различных возмущений при контактной сварке.

52) Системы компенсации возмущений U_0 источника при контактной сварке.

53) Системы компенсации возмущений толщины изделия при контактной сварке.

54) Компенсация возмущений площади рабочей поверхности

электрода при контактной сварке.

55) Особенности устройства систем компенсации возмущений рабочей поверхности электрода при контактной сварке.

56) Системы компенсации возмущений электрического сопротивления зоны контактной сварки.

57) Системы сигнализации в сварочном производстве.

58) Применение ЭВМ в системах автоматического управления сварочными процессами.

59) Самонастраивающиеся и экстремальные системы.

60) Промышленные роботы в сварке.

2.8 Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест по разделу 3 лекционного материала «Особенности автоматизации процессов дуговой сварки как части комплексной механизации и автоматизации сварочного производства»:

Коэффициент саморегулирования по напряжению – это:

А) отношение, в малом интервале текущих изменений режима дуги, скорости плавления электрода к напряжению.

Б) отношение, в малом интервале текущих изменений режима дуги, напряжения к току.

В) отношение, в малом интервале текущих изменений режима дуги, скорости подачи электрода к напряжению.

Г) отношение, в малом интервале текущих изменений режима дуги, тока к напряжению.

Д) постоянная величина, зависящая от способа дуговой сварки.

Вопросы собеседования по разделу 4 лекционного материала «Особенности автоматизации процессов контактной сварки как части комплексной механизации и автоматизации сварочного производства»:

1) Чувствительность нагрева к типовым возмущениям при точечной сварке.

2) Отработка возмущений системами автоматического регу-

лирования тока и напряжения на электродах.

- 3) Принцип работы систем автоматического регулирования физических параметров.
- 4) Принцип работы систем компенсации.
- 5) Особенности систем сигнализации, применяемых при контактной сварке.

Возможные темы рефератов по дисциплине:

- 1) Аналоговые устройства автоматического управления сварочными процессами.
- 2) Цифровые устройства автоматического управления сварочными процессами.
- 3) Системы управления формированием шва при дуговой сварке в защитном газе.
- 4) Аналого-цифровые системы слежения за линией стыка при дуговой автоматической сварке.
- 5) Управление точечной контактной сваркой по математическим моделям.

2.9 Библиографический список по дисциплине

2.9.1 Основная учебная литература

1) Гладков Э.А. Автоматизация сварочных процессов [Текст]: учебник / Э.А. Гладков, В.Н. Бродягин, Р.А. Перковский. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 424 с.

2.9.2 Дополнительная учебная литература

2) Гладков Э.А. Управление процессами и оборудованием при сварке [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 432 с.

3) Львов Н.С., Гладков Э.А. Автоматика и автоматизация сварочных процессов [Текст]: учебное пособие для вузов по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». – М.: Машиностроение, 1982. – 302 с.

4) Автоматизация сварочных процессов [Текст] / Под ред. В.К. Лебедева, В.П. Черныша. - Киев: Вища шк., Головное изд-во,

1986. – 296 с.

5) Измерение электрических и неэлектрических величин [Текст]: уч. пособие для вузов по спец. «Информ. -измерит. Техника» / Я. А. Купершмидт, В. Ф. Папуловский и др.; Под общ. ред. Н. Н. Евтихиева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 349 с.

6) Емельянов В. М. Теория автоматического управления и автоматизация сварочных процессов [Текст] / В. М. Емельянов; КГТУ. – Курск : КГТУ, 1996. – 104 с.

2.9.3 Перечень методических указаний

7) Автоматизация сварочных процессов [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Н.И. Иванов. – Курск: ЮЗГУ, 2017. – 69 с.

2.9.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

- 8) «Сварочное производство»;
- 9) «Заготовительные производства»;
- 10) «Технология машиностроения»;
- 11) «Сварка и диагностика».

2.9.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», полезных для освоения дисциплины

www.avtosvar.ru – Автоматизация и сварка;

www.esab.ru – Автоматическая сварка. Каталог продукции ESAB;

www.awg-tech.ru – Автоматизация сварки. Сварочное оборудование;

www.rutector.ru – Автоматизация сварочного производства. Оборудование и решения;

www.askaynak.com.tr – Системы автоматизации сварочных процессов;

<http://biblioclub.ru> – Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека он-лайн»;

www.elibrarv.ru – Научная электронная библиотека elibrary.

3 ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ СВАРКИ ДАВЛЕНИЕМ

3.1 Цель изучения дисциплины

Формирование у студентов базовых знаний теоретических основ способов сварки давлением, свариваемости различных материалов, технологических возможностей различных способов сварки давлением и современного сварочного оборудования.

3.2 Задачи изучения дисциплины

- приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых для проектирования и разработки технологических процессов и оборудования для сварки давлением всевозможных сочетаний различных металлов и сплавов;
- изучение теоретических основ процессов сварки давлением и тенденций их развития;
- изучение методов и средств управления процессами и контроля качества сварки давлением при ее выполнении.

3.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Обучающиеся должны **знать:**

- теоретические основы процессов сварки давлением;
- методики выбора рациональных циклов сварки давлением для различных материалов и изделий;
- нормативную техническую документацию и методологию разработки технологической документации в соответствии с руководящими материалами;
- дополнительные и уточненные методы расчета и проектирования электросиловых элементов конструкции оборудования для сварки давлением;

уметь:

- обоснованно проводить технико-экономический анализ выбора оптимального способа или технологического приема сварки давлением и сварочного оборудования;
- осуществлять выбор и проводить расчеты рационального термомодеформационного цикла сварки давлением;
- обоснованно проводить технико-экономический анализ выбора оборудования для различных способов сварки давлением;
- проектировать основные элементы электросилового устройства оборудования для контактной сварки;
- практически проводить наладку, техническое обслуживание и несложный ремонт сварочного оборудования;
- осуществлять технологические испытания и исследования эксплуатационных характеристик сварочного оборудования;

владеть:

- способностью обеспечивать технологичность инновационных процессов сварки давлением;
- умением осуществлять контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения на оборудовании для сварки давлением;
- умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования для сварки давлением, организовывать технический осмотр и текущий ремонт этого оборудования;
- навыками рационализации, способствующими внедрению современного оборудования для сварки давлением;
- умением выбирать и обосновывать способы реализации инновационных технологических процессов сварки давлением одноименных и разноименных металлов и сплавов;
- умением применять на практике прогрессивные методы эксплуатации инновационного технологического оборудования при изготовлении современных изделий машиностроения.

У обучающихся формируются следующие **компетенции**:

Способность обеспечивать технологичность изделий и процес-

сов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий (**ПК-11**);

Умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать технический осмотр и текущий ремонт оборудования (**ПК-15**);

Умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения (**ПК-17**).

3.4 Содержание лекционного материала

Лекция 1.

Раздел 1: Современные технологии сварки давлением. Методы сварки в твердой фазе. Современное состояние и перспективы развития способов сварки давлением.

Лекция 2.

Раздел 2: Механизм образования соединения при сварке давлением. Особенности соединения идеальных и реальных тел. Последовательность формирования соединения при сварке давлением.

Лекция 3, 4.

Раздел 3: Общие вопросы контактной сварки. Классификация способов контактной сварки по основным признакам. Схемы, сущность, области применения и перспективы развития точечной, стыковой, шовной и рельефной сварки. Роль нагрева и пластической деформации в формировании соединений. Этапы формирования соединений. Понятие о режимах контактной сварки. Свариваемость металлов и сплавов. Влияние теплофизических свойств металлов на режимы сварки. Поведение различных металлов и сплавов при контактной сварке. Основные источники тепла при контактной сварке. Общие закономерности нагрева проводников электрическим током. Сопротивление участка цепи между электродами.

Лекция 5, 6, 7.

Раздел 4: Точечная, рельефная и шовная сварка. Составляющие сопротивления зоны сварки и общее сопротивление участка электрод-электрод. Электрическое и температурное поля при нагреве. Тепловой баланс. Образование сварного соединения. Основные процессы, протекающие в зоне сварки и ОШЗ. Дефекты соединений. Особенности формирования соединений при рельефной сварке. Влияние параметров режимов на свойства сварных соединений. Технология точечной, рельефной и шовной сварки. Общая схема технологического процесса производства сварных узлов. Основные требования к операциям. Подготовка поверхности. Основные способы сборки деталей перед сваркой. Способы прихватки, основные требования. Антикоррозионная защита сварного соединения. Сварочные деформации и напряжения и методы борьбы с ними. Особенности технологии точечной, рельефной и шовной сварки различных металлов и узлов. Сварка деталей равной толщины из различных металлов и сплавов. Сварка разнородных металлов. Сварка деталей малой толщины (микросварка). Сварка деталей неравной толщины. Сварка трех деталей. Односторонняя сварка. Рельефная сварка. Особые случаи сварки (точечная сварка сеток, сварка трехслойных панелей, шовная сварка сотовых панелей, сварка гибких металлических рукавов, шовно-стыковая сварка, шовная сварка тонкостенных труб).

Лекция 8, 9, 10.

Раздел 5: Стыковая сварка. Электрическое сопротивление зоны сварки, его составляющие. Нагрев при сварке сопротивлением и оплавлением. Условия формирования стыкового соединения. Особенности процесса оплавления. Основные процессы, происходящие в зоне соединения и ЗТВ при стыковой сварке сопротивлением и оплавлением. Дефекты стыковых соединений. Влияние параметров режима на свойства соединений при сварке сопротивлением и оплавлением. Технология стыковой сварки. Особенности сварки различных металлов и сплавов. Особенности стыковой сварки различных деталей (сварка проволоки, сварка листов, сварка труб, сварка рельсов, сварка коль-

цевых деталей, сварка инструмента).

Лекция 11, 12.

Раздел 6: Машины контактной сварки. Классификация и назначение машин. Основные характеристики контактных машин. Общая характеристика контактных машин. Машины точечной сварки. Машины рельефной сварки. Машины шовной сварки. Машины стыковой сварки. Устройство контактных машин. Механическая часть контактных машин. Корпуса и станины. Сварочный контур. Электроды. Механизмы контактных машин. Электрическая часть контактных машин. Назначение и основные электрические показатели. Нагрузочные и внешние характеристики машин. Электрические цепи основных типов контактных машин. Назначение и характеристика основных элементов электрической части машин и аппаратуры управления. Сварочные трансформаторы. Контактторы. Регуляторы цикла сварки. Регулирование сварочного тока. Установка и наладка контактных машин.

Лекция 13, 14.

Раздел 7: Холодная сварка. Сварка взрывом. Магнитно-импульсная сварка. Сущность методов, технологические схемы сварки. Области применения. Особенности технологий. Оборудование, основные технические характеристики и требования к проектированию. Требования к выбору параметров технологического режима.

Лекция 15, 16.

Раздел 8: Сварка трением. Сварка прокаткой. Сварка токами высокой частоты. Сущность методов. Особенности сварки и условия образования соединения. Технологические схемы сварки, область применения. Оборудование, технические характеристики и требования к конструкции основных узлов. Требования к выбору параметров режима.

Лекция 17, 18.

Раздел 9: Ультразвуковая сварка. Диффузионная сварка. Сущность методов. Технологические схемы сварки и их возможности. Область применения. Оборудование, основные технические

характеристики, способы нагрева и создания давления. Параметры режима сварки.

3.5 Лабораторный практикум

Работа №1. Особенности конструкции контактных машин общего назначения.

Контрольные вопросы:

- 1) Что характерно для всех видов сварки давлением?
- 2) Какая система условных обозначений принята для электросварочных машин в настоящее время?
- 3) Из каких основных частей состоят все контактные машины?
- 4) Какие элементы относятся к электрической части контактной машины?
- 5) Какие элементы относятся к механической части контактной машины?
- 6) Для чего в контактной машине предусмотрена возможность изменения размеров рабочего пространства машины (вылета и раствора)? Каким путем они могут изменяться?
- 7) Какие типы приводов применяют в различных машинах контактной сварки?
- 8) Что такое полезная мощность?
- 9) Почему при сварке одних и тех же деталей на различных машинах из сети будет потребляться различная мощность?
- 10) Что позволяет оценить параметр ПВ?
- 11) От чего зависит КПД контактной машины?
- 12) Что такое внешняя характеристика машины? Какой она должна быть у контактных машин?
- 13) В чем отличие нагрузочной характеристики машины от ее внешней характеристики?
- 14) Назовите элементы сварочного контура машины МТ-1220?
- 15) Почему все элементы вторичного контура контактной машины изготавливаются, как правило, из меди или медных сплавов с высокой электропроводностью?

16) Какие требования предъявляются к материалам и конструкции электродов?

17) Почему в электродах для точечной сварки используется посадочная часть в виде конуса? От чего зависит их конусность?

18) Как влияет размер контактной поверхности электрода на размер сварной точки?

Работа №2. Измерение и регистрация основных параметров режима сварки.

Контрольные вопросы:

1) В чем заключаются особенности измерения параметров режима сварки на контактных машинах?

2) Назовите достоинства и недостатки датчиков тока различного типа?

3) Назовите основные функциональные элементы прибора АСУ-1М?

4) Каков порядок подготовки прибора АСУ-1М к работе?

5) Принцип работы датчика Холла?

6) В чем заключаются особенности измерения времени сварки на контактных машинах различного типа?

7) Как, пользуясь электронным осциллографом, замерить сварочный ток и время его протекания?

Работа №3. Определение параметров режима точечной сварки расчетным путем.

Контрольные вопросы:

1) Назовите основные параметры режима точечной сварки?

2) Как понимают термины «мягкий» и «жесткий» режимы?

3) Каков алгоритм расчета сварочного тока при точечной сварке?

Работа №4. Паспортизация машин контактной сварки.

Контрольные вопросы:

1) Когда и почему необходимо проводить аттестацию оборудования для контактной сварки?

- 2) Какие конструктивные данные машины подлежат периодическому освидетельствованию?
- 3) Какие электрические характеристики машины подлежат периодическому освидетельствованию?
- 4) Какие механические характеристики машины подлежат периодическому освидетельствованию?
- 5) Какова методика измерения сопротивления вторичного контура; напряжения холостого хода в сварочном контуре; скорости сварки и производительности машины; времени интервалов «сжатие», «проковка» и «пауза»?
- 6) По результатам каких работ составляется свидетельство о пригодности машины к эксплуатации?
- 7) Какой разброс воспроизведения параметров режима контактной машиной считается допустимым?

Работа №5. Настройка шовных машин на технологический режим.

Контрольные вопросы:

- 1) Что входит в понятие «режим шовной сварки»? Как его выбирают?
- 2) Почему литературные данные ориентировочных режимов часто отличаются друг от друга?
- 3) Какие требования предъявляются к технологическим образцам, используемым для настройки режима?
- 4) Назовите особенности настройки на режим шовных машин.
- 5) Назовите основные критерии правильно установленного режима?
- 6) Каковы причины образования дефектов шовной сварки: пережога, непровара, выплесков, глубоких вмятин и др.?
- 7) Методы контроля шовной сварки на герметичность (плотность)?
- 8) Какие бывают методы испытания соединений, выполненных шовной сваркой?
- 9) Каково влияние основных параметров режима шовной

сварки на геометрические размеры сварного шва?

Работа №6. Исследование влияния ферромагнитных масс и шунтирования тока на качество контактной сварки точечных соединений.

Контрольные вопросы:

- 1) В чем сущность влияния на прочность сварного соединения ферромагнитной массы, внесенной в контур сварочной цепи?
- 2) В чем заключается сущность шунтирования при контактной сварке?
- 3) Как влияют шунтирование и ферромагнитные массы на прочность сварной точки?

Работа №7. Изучение устройства и принципа действия конденсаторных машин.

Контрольные вопросы:

- 1) Перечислите технико-экономические преимущества конденсаторной сварки?
- 2) Назовите основные узлы электрической части конденсаторных машин и их назначение?
- 3) Перечислите установочные параметры режима сварки?
- 4) Охарактеризуйте контрольно-измерительные средства исследования процесса?
- 5) Какими параметрами характеризуются импульс сварочного тока и усилие в зоне сварки?
- 6) Как влияют установочные электрические параметры на геометрию импульса тока?
- 7) Каков принцип работы механизма сжатия и синхронизации приложения усилия с включением тока?

Работа №8. Изучение технологических основ обеспечения качества точечной сварки деталей малых толщин и сечений.

Контрольные вопросы:

- 1) Назовите основные узлы установки УС.КТОП-6000?
- 2) Как осуществляется сжатие деталей на установке?

- 3) Какие импульсы тока могут быть получены на установке?
- 4) Каковы преимущества конденсаторной сварки перед сваркой на переменном токе?
- 5) Какие особенности создают дополнительные проблемы в технологии и выборе оборудования при сварке миниатюрных прецизионных деталей?
- 6) При выполнении каких условий удастся получить высококачественные соединения при сварке малогабаритных деталей?
- 7) Как определяются параметры режима контактной точечной сварки малогабаритных деталей?
- 8) Какую роль в получении качественного сварного соединения играют размеры и материал электродов?
- 9) Назовите виды дефектов точечных соединений и возможные причины их образования при сварке малогабаритных деталей?
- 10) Почему при контактной микросварке особенно остро ощущается отсутствие 100 %-ного неразрушающего контроля?

Работа №9. Знакомство с особенностями конструкции и технологическими возможностями переносных ручных аппаратов для контактной сварки.

Контрольные вопросы:

- 1) Основные достоинства переносных ручных аппаратов для контактной сварки?
- 2) Какие типы соединений могут успешно выполняться переносными ручными аппаратами для контактной сварки?
- 3) В чем отличие переносных ручных аппаратов для контактной сварки от обычных стационарных сварочных машин?
- 4) Достоинства и недостатки конструктивного исполнения клещей с встроенным сварочным трансформатором?
- 5) Чем может быть достигнуто значительное уменьшение массы клещей?
- 6) Для каких целей в аппарате Digital Modular 230 предусмотрен режим импульсного протекания тока?
- 7) Почему необходима в переносном ручном аппарате электронная защита от перегрева?

Работа №10. Знакомство с технологиями стыковой сварки и исследование влияния параметров режима на качество соединений.

Контрольные вопросы:

- 1) Назовите технологические методы стыковой сварки?
- 2) Опишите технику ведения процесса сварки сопротивлением и непрерывным оплавлением?
- 3) Как производится подогрев деталей при сварке оплавлением с предварительным подогревом?
- 4) Назовите основные параметры режима стыковой сварки сопротивлением?
- 5) Основные параметры режима стыковой сварки оплавлением?
- 6) Каково влияние параметров режима стыковой сварки на внешний вид и качество сварного стыка?

Работа №11. Изучение конструкции и принципа действия оборудования для холодной стыковой сварки и получение навыков работы на нем.

Контрольные вопросы:

- 1) Дайте физическое объяснение необходимости применения при холодной сварке больших усилий осадки?
- 2) Перечислите основные элементы и узлы машины МСХС-5-3?
- 3) Каковы требования к механизмам зажатия оборудования для стыковой сварки и как они реализуются в машине МСХС-5-3?
- 4) Каковы требования к зажимным губкам и как они реализуются в машине МСХС-5-3?
- 5) Дайте объяснение результатов опытов по сварке проволок?

Работа №12. Изучение технологических основ процесса холодной сварки.

Контрольные вопросы:

- 1) Какова последовательность операций технологического процесса холодной сварки?

2) Перечислите способы подготовки деталей к сварке, в чём они заключаются и почему для сварки меди не применим термический способ?

3) Как оценивается степень пластической деформации при холодной точечной и стыковой сварке, и от каких факторов зависит выбор её величины?

4) От каких факторов зависит сварочное давление, и как рассчитывается усилие, необходимое для его создания?

5) Какие методы контроля качества соединения применяются при точечной и стыковой сварке? Какие дефекты они способны выявлять?

3.6 Вопросы для подготовки к компьютерному тестированию по дисциплине

1) При каких условиях образуется металлическая связь между атомными агрегатами?

2) Как изменится энергия системы если при взаимодействии атомов силы отталкивания резко уменьшаются, а силы притяжения возрастают?

3) Какие соединяемые тела считаются идеальными?

4) Какая энергия называется энергией активации?

5) Какие способы активации применяют при сварке давлением?

6) Укажите основные стадии процесса образования соединения при сварке давлением?

7) Что происходит на первой основной стадии процесса образования соединения при сварке давлением?

8) Что происходит на второй основной стадии процесса образования соединения при сварке давлением?

9) Что происходит на третьей основной стадии процесса образования соединения при сварке давлением?

10) Кто в 1856 году впервые осуществил стыковую контактную сварку сопротивлением ?

11) Кто в 1877 г. впервые получил патент на способы точеч-

ной и шовной контактной сварки?

12) Кто в 1877 году впервые разработал способ и оборудование для контактной стыковой сварки оплавлением ?

13) К какому классу по ГОСТ 19521-74 относится контактная сварка?

14) Какой тип соединений не выполняется контактной сваркой?

15) Какой закон определяет нагрев деталей при контактной сварке?

16) Каков порядок величин сварочного тока при контактной сварке?

17) Укажите разновидности контактной сварки.

18) Какую величину составит уд. сопротивление н. у. стали, имеющей уд. сопротивление при комнатной температуре $15 \text{ мкОм}\cdot\text{см}$ и температурный коэффициент $0,006 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, при нагреве до $1000 \text{ }^\circ\text{C}$?

19) Какие импульсы тока характерны для жестких режимов при контактной сварке?

20) Что характерно для мягких режимов при контактной сварке?

21) Дайте определение способа точечной контактной сварки.

22) Дайте определение способа шовной контактной сварки.

23) Дайте определение способа рельефной контактной сварки.

24) В чем заключается роль рельефа при контактной сварке?

25) К какому способу контактной сварки относятся термины «непрерывная, прерывистая, шаговая»?

26) Назовите характерные особенности контактной микро-сварки?

27) В чем заключается основная роль нагрева при контактной точечной сварке?

28) В чем заключается основная роль пластического деформирования при контактной точечной сварке?

29) На каких режимах хорошо соединяются контактной сваркой низкоуглеродистые стали?

30) На каких режимах контактной сварки свариваются низколегированные и среднеуглеродистые стали ?

- 31) На каких режимах контактной сварки свариваются легированные стали и сплавы?
- 32) На каких режимах контактной сварки свариваются алюминиевые сплавы?
- 33) На каких режимах контактной сварки свариваются медные сплавы (кроме медно-никелевых)?
- 34) На каких режимах контактной сварки свариваются титановые сплавы?
- 35) Как определяется сопротивление детали при точечной сварке?
- 36) Как определяется величина контактного сопротивления между деталями при точечной сварке?
- 37) Как обычно располагаются дефекты точечной сварки, имеющие усадочное происхождение (раковины, пустоты, рыхлости)?
- 38) От чего преимущественно зависят свойства металла в ЗТВ при точечной сварке?
- 39) Перечислите формы проявления непровара при точечной сварке?
- 40) Какие действия необходимы для устранения дефектов точечной сварки?
- 41) Дайте определение способа стыковой сварки?
- 42) Какая характеристика сплава, определяющая общий нагрев при контактной сварке, является важнейшей?
- 43) Из каких составляющих складывается общее сопротивление сварочной цепи при контактной микросварке?
- 44) В чем заключается основная роль нагрева при контактной стыковой сварке?
- 45) В чем заключается основная роль пластического деформирования при контактной стыковой сварке?
- 46) Чем обусловлены свойства металла сварного соединения при стыковой сварке?
- 47) Какое явление при стыковой сварке называют «самозащитой»?
- 48) Как повысить эффективность «самозащиты» при стыковой сварке?

49) Что происходит с увеличением установочной длины деталей при стыковой сварке?

50) Какие силы действуют на образующуюся перемычку при стыковой сварке оплавлением?

51) Какие причины образования шлаковых включений в стыке при стыковой сварке наиболее вероятны?

52) Какие причины образования непровара при стыковой сварке наиболее вероятны?

53) Какие причины перегрева металла при стыковой сварке наиболее вероятны?

54) Какие причины образования трещин в зоне стыковой сварки наиболее вероятны?

55) Какие причины образования смещения торцов заготовок при стыковой сварке наиболее вероятны?

56) Какой способ стыковой сварки используется для соединения деталей металлорежущего инструмента?

57) Может ли контактная стыковая сварка применяться для выполнения нахлесточных соединений?

58) От каких факторов зависит коэффициент поверхностного эффекта для деталей при стыковой сварке?

59) Как связан эффект влияния контактного сопротивления на нагрев с жесткостью режима?

60) Какие схемы источников нагрева используют при расчете температуры нагрева деталей при стыковой сварке сопротивлением?

61) Дайте определение контактной сварки?

62) Какие признаки классификации способов контактной сварки являются основными?

63) Что наиболее характерно для процесса рельефной сварки?

64) Причины, снижающие роль шунтирования тока при точечной сварке?

65) Какова роль основных параметров режима в процессе точечной сварки?

66) Какова последовательность выполнения прихватки перед сваркой нахлесточных соединений?

67) Укажите основные особенности контактной точечной

сварки деталей из разноименных сплавов?

68) Какие факторы способствуют смещению ядра сварной точки в одну из деталей неодинаковой толщины?

69) Какие особенности контактной точечной сварки трех деталей?

70) Используется ли ковочное усилие при односторонней точечной сварке?

71) Какими факторами обусловлены свойства металла сварного соединения при точечной сварке?

72) Какие элементы входят в состав вторичного контура контактной машины для точечной сварки?

73) Какие элементы входят в состав вторичного контура контактной машины для шовной сварки?

74) Какие элементы входят в состав вторичного контура контактной машины для стыковой сварки?

75) Какие элементы входят в состав вторичного контура контактной машины для рельефной сварки?

76) Какие составляющие определяют полное сопротивление контактной точечной машины?

77) От каких факторов зависит индуктивное сопротивление контактной машины?

78) Какие способы регулирования сварочного тока используются в контактных машинах?

79) Что вы понимаете под термином «номинальный длительный вторичный ток»?

80) Что такое внешняя характеристика контактной машины?

81) С какой целью осуществляется предварительная подготовка свариваемых поверхностей к холодной сварке?

82) Какой способ подготовки соединяемых поверхностей медных деталей, не применяется при холодной сварке?

83) Какие параметры относятся к основным для процесса холодной сварки?

84) Какие технологические схемы выполнения соединений используются при холодной сварке?

85) Каков физический смысл начальной установки соеди-

няемых заготовок под острым углом друг к другу при сварке взрывом?

86) Какова причина появления зоны нагартованного металла шириной от 10 до 100 мкм в непосредственной близости к соединяемым поверхностям при сварке взрывом?

87) Какова роль начального установочного зазора между свариваемыми поверхностями при сварке взрывом?

88) В чем проявляется механизм очистки свариваемых поверхностей в процессе сварки взрывом?

89) Какова природа сил, обеспечивающих соударение соединяемых заготовок при магнитно-импульсной сварке?

90) Какие параметры являются основными при сварке взрывом?

91) Какие параметры являются основными динамическими параметрами процесса магнитно-импульсной сварки?

92) Какие параметры являются основными параметрами режима сварки трением?

93) Каковы характерные особенности процесса инерционной сварки трением?

94) Каковы характерные особенности процесса орбитальной сварки трением?

95) Какие параметры являются основными параметрами процесса диффузионной сварки?

96) Какие типы соединений можно выполнять диффузионной сваркой?

97) Перечислите основные операции, относящиеся к технологическому процессу диффузионной сварки в вакууме?

98) Какие параметры являются основными параметрами процесса ультразвуковой сварки?

99) Какие типы волноводов используются для осуществления процессов ультразвуковой сварки?

100) В результате каких процессов идет освобождение соединяемых поверхностей от загрязнений при диффузионной сварке?

3.7 Перечень экзаменационных вопросов по дисциплине

- 1) Особенности соединения идеальных и реальных тел.
- 2) Последовательность формирования соединения при сварке давлением.
- 3) Классификация способов контактной сварки по основным признакам.
- 4) Точечная и рельефная контактная сварка: схема, определение, классификация по технологическим признакам, области применения.
- 5) Стыковая контактная сварка: определение, схема, классификация по технологическим признакам, область применения.
- 6) Шовная контактная сварка. Схема, определение, классификация по технологическим признакам, область применения.
- 7) Контактная микросварка: схемы основных способов, особенности, области применения.
- 8) Общие закономерности нагрева проводников электрическим током. Электрическое сопротивление зоны сварки (сопротивление «электрод - электрод»): общее представление и эквивалентная схема.
- 9) Роль нагрева и пластической деформации при контактной сварке. Понятие о жесткости режимов сварки.
- 10) Свариваемость металлов и сплавов как комплексная технологическая характеристика. Методы оценки свариваемости при контактной сварке.
- 11) Влияние физических характеристик металлов и сплавов на режимы контактной сварки.
- 12) Свариваемость низкоуглеродистых сталей, титана и его сплавов.
- 13) Свариваемость низколегированных и среднеуглеродистых сталей.
- 14) Свариваемость легированных сталей.
- 15) Свариваемость алюминия, меди и их сплавов.
- 16) Определение электрического сопротивления зоны сварки при точечной и шовной сварке.

- 17) Тепловой баланс при точечной сварке.
 - 18) Основные процессы, происходящие в зоне образования соединения при точечной и шовной сварке.
 - 19) Основные процессы, происходящие в околошовной зоне точечной и шовной сварки.
 - 20) Виды и причины образования непровара при контактной сварке.
 - 21) Виды и причины образования выплеска при контактной сварке.
 - 22) Массоперенос и дефекты усадочного характера при контактной сварке. Основные методы борьбы с дефектами.
 - 23) Особенности формирования соединений при рельефной сварке.
 - 24) Влияние параметров режимов точечной, рельефной и шовной сварки на свойства сварных соединений.
 - 25) Циклограммы точечной контактной сварки, их особенности.
 - 26) Шунтирование тока при контактной сварке.
 - 27) Особенности подготовки поверхности деталей при точечной и шовной сварке.
 - 28) Способы и требования к сборке деталей для точечной и шовной сварки. Прихватка деталей перед сваркой.
 - 29) Антикоррозионная защита деталей при контактной сварке.
 - 30) Типы сварных соединений и узлов, выполняемых точечной и шовной сваркой. Параметры нахлесточных соединений.
 - 31) Особенности технологии точечной и шовной сварки непокрытых и покрытых деталей из малоуглеродистой стали равной толщины.
 - 32) Особенности технологии точечной и шовной сварки низколегированных и среднеуглеродистых сталей.
 - 33) Особенности технологии точечной и шовной сварки легированных сталей и титановых сплавов.
 - 34) Технология точечной и шовной сварки алюминиевых сплавов.
- Технология точечной и шовной сварки магниевых и медных сплавов.

- 35) Точечная сварка деталей из разноименных сплавов.
- 36) Особенности технологии контактной сварки деталей малой толщины (менее 0,5 мм).
- 37) Технология контактной сварки деталей неравной толщины.
- 38) Особенности технологии рельефной сварки.
- 39) Особенности технологии односторонней сварки, точечная сварка сеток.
- 40) Технология сварки трех деталей.
- 41) Особенности контактной сварки трехслойных и сотовых панелей.
- 42) Технологические особенности шовной сварки гибких металлических рукавов и тонкостенных труб.
- 43) Технологические особенности шовно-стыковой контактной сварки.
- 44) Сварочные напряжения и деформации при контактной сварке и методы борьбы с ними.
- 45) Электрическое сопротивление участка электрод-электрод при стыковой сварке сопротивлением и оплавлением.
- 46) Определение температуры нагрева при стыковой сварке сопротивлением.
- 47) Определение температуры нагрева при стыковой сварке оплавлением.
- 48) Особенности процесса оплавления при стыковой сварке.
- 49) Основные процессы, происходящие в зоне сварки и ОШЗ при стыковой сварке сопротивлением и оплавлением.
- 50) Дефекты соединений при стыковой сварке.
- 51) Влияние параметров режима на свойства соединений при стыковой сварке сопротивлением.
- 52) Влияние параметров режима на свойства соединений при стыковой сварке непрерывным оплавлением и оплавлением с подогревом.
- 53) Общие положения технологии стыковой сварки.
- 54) Особенности технологии стыковой сварки сталей.
- 55) Особенности технологии стыковой сварки алюминия, ме-

ди, титана и их сплавов.

56) Особенности технологии стыковой сварки проволоки, листов и инструмента.

57) Особенности технологии стыковой сварки труб и кольцевых деталей.

58) Холодная сварка – особенности, параметры процесса, область применения.

59) Сварка взрывом – особенности, параметры процесса, область применения.

60) Магнитно-импульсная сварка – особенности, параметры процесса, область применения.

61) Сварка трением – особенности, параметры процесса, область применения.

62) Сварки прокаткой – особенности, параметры процесса, область применения.

63) Сварка токами высокой частоты – особенности, параметры процесса, область

64) применения.

65) Диффузионная сварка – особенности, параметры процесса, область применения.

66) Ультразвуковая сварка – особенности, параметры процесса, область применения.

3.8 Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест по разделу 2 лекционного материала «Механизм образования соединения при сварке давлением»:

Когда между атомными агрегатами образуется металлическая связь:

А) При сближении атомов на расстояния, близкие к параметру кристаллической решетки.

Б) Когда энергия системы достигает максимума.

В) Когда на поверхности деталей имеется строго определенный микрорельеф.

Г) При формировании физического контакта.

Д) В результате процесса рекристаллизации.

Вопросы собеседования по разделу 3 лекционного материала «Общие вопросы контактной сварки»:

1) Основные признаки классификации способов контактной сварки.

2) Роль нагрева в формировании соединений при точечной и стыковой сварке.

3) Роль пластической деформации в формировании соединений при точечной и стыковой сварке.

4) Группы испытаний, проводимых для оценки свариваемости металлов и сплавов.

5) Зависимость режимов контактной сварки от теплофизических свойств металлов и сплавов.

6) Составляющие электрического сопротивления участка цепи между электродами сварочной машины.

Возможные темы рефератов по дисциплине:

1) Сварка брикетов гибких соединений в производстве автоматических выключателей на предприятиях электротехнической промышленности.

2) Сварка межэлементных соединений свинцово-кислотных аккумуляторных батарей.

3) Рельефная сварка крестообразных соединений стержней и труб.

4) Сварка Т-образных соединений в производстве изделий электронной техники.

5) Особенности технологии точечной и шовной сварки алюминиевых сплавов.

3.9 Библиографический список по дисциплине

3.9.1 Основная учебная литература

1) Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением [Текст]: учебное пособие / Под ред. Г.Г. Чернышова и Д.М. Шашина. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. –

464 с.

2) Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки [Текст]: учебное пособие / А.С. Климов и др, – 3-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 336 с.

3.9.2 Дополнительная учебная литература

3) Банов М.Д. Технология и оборудование контактной сварки [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 224 с.

4) Рыськова З.А. Трансформаторы для электрической контактной сварки [Текст] / З.А. Рыськова, П.Д. Федоров, В.И. Жимерева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 423 с.

5) Технология и оборудование контактной сварки [Текст]: учеб. для вузов по спец. «Оборуд. и технология сварочн. пр-ва» и «Металлургия и технология сварочного пр-ва» / Под ред. Б.Д. Орлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 351 с.

6) Теория, технология и оборудование диффузионной сварки [Текст]: учеб. для маши-ностроит. и металлообраб. спец. вузов / Под общ. ред. В.А. Бачина. – М.: Машиностроение, 1991. – 350 с.

3.9.3 Перечень методических указаний

7) Технология и оборудование сварки давлением [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ: в 2 ч. Ч.1 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Н.И. Иванов. – Курск: ЮЗГУ, 2017. – 75 с.

8) Технология и оборудование сварки давлением [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ: в 2 ч. Ч.2 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Н.И. Иванов. – Курск: ЮЗГУ, 2017. – 83 с.

3.9.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

9) «Сварочное производство»;

10) «Заготовительные производства»;

11) «Технология машиностроения»;

12) «Сварка и диагностика».

3.9.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», полезных для освоения дисциплины

<http://www.svarca.com> – Сварка, сварочное оборудование, сварочные аппараты;

<http://www.sts-svarka.ru> – Сварочное оборудование, материалы. Официальный дистрибьютер КЕМРПИ;

www.rutector.ru – Оборудование для контактной сварки TECNA (Италия);

www.ckc-piter.ru – Научно-производственное предприятие «СВАРКА-КОНТАКТ-СЕРВИС». Оборудование и технология диффузионной и холодной сварки;

www.blueweld.ru – Инструкции и паспорта оборудования для контактной сварки;

www.технотрон.рф – Импульсная контактная сварка. Оборудование;

<http://biblioclub.ru> – Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека он-лайн»;

www.elibrarv.ru – Научная электронная библиотека elibrary.

4 САПР В СВАРКЕ

4.1 Цель изучения дисциплины

Формирование у студентов базовых знаний о системах автоматизированного проектирования, применяемых в сварочном производстве.

4.2 Задачи изучения дисциплины

- обучение современным методам автоматизированного проектирования сварных конструкций;
- овладение методикой автоматизированного проектирования сварных конструкций;
- формирование навыков работы с современными методами автоматизированного проектирования сварных конструкций;
- получение опыта участия в проектных работах в области автоматизированного проектирования;
- овладение приёмами автоматизированного проектирования в сварке;

4.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Обучающиеся должны **знать:**

- методики расчета и проектирования сварных соединений и типовых конструкций с применением автоматизированных систем, основные нормативные и руководящие документы и методы их поиска, относящиеся к поставленной задаче;

уметь:

- выполнять конкретные расчеты, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию и оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой их соответствия нормативной и руководящей документации;

владеть:

- навыками проектно-конструкторской работы с применением систем автоматизированного проектирования.

У обучающихся формируются следующие **компетенции**:

Умение обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов (**ПК-2**).

Умение использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями (**ПК-6**).

Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий (**ПК-11**).

4.4 Содержание лекционного материала

Лекция 1.

Раздел 1: **Введение**. Развитие систем автоматизированного проектирования.

Лекция 2.

Раздел 2: **CAD/CAM/CAE-системы**. Понятия проектирования и виды. Классификация систем автоматизированного проектирования. Стадии и этапы проектирования.

Лекция 3, 4, 5.

Раздел 3: **CAD-системы**. Программы Adobe Photoshop и Coreldraf.

Программа AutoCAD. Технология работы с командами AutoCAD. Построение изометрических чертежей. Построение трёхмерных моделей в AutoCAD. Формирование типовых объёмных тел. Визуализация трёхмерных чертежей.

Программа Autodesk Inventor. Общие сведения о программе Autodesk Inventor. Импорт файлов из AutoCAD.

Программа КОМПАС-3D. Основные принципы работы в систе-

ме трёхмерного моделирования КОМПАС-3D.

Программа T-FLEX. Общие сведения о программе T-FLEX CAD. Создание трёхмерной модели.

Программа APM Winmachine. Общие сведения о программе APM Winmachine. Модули системы APM Winmachine. Назначение и возможности модуля APM Structure 3D.

Программа SolidWorks. Общие сведения о программе. Инструменты и возможности базового модуля. Проектирование деталей. Создание сборки. Создание чертежей. Экспресс-анализ прочности деталей. Обмен данными с другими САПР.

Программа Unigraphics. Модули NX. Правила параметрического конструирования в NX.

Программа CATIA. Общие сведения о программе. Платформы программы.

Программа 3D Studio MAX. Построение моделей объектов РТК. Создание составных объектов. Объекты формы. Параметрические и редактируемые объекты. Основы полигонального моделирования. Построение моделей с вырезами. Построение моделей объектов различных форм сечения с осью, отличной от прямолинейной. Художественное конструирование. Построение моделей объектов РТК. Создание текста. Разработка методики создания специальных эффектов. Компьютерный дизайн механического и основного сварочного оборудования. Компьютерное моделирование оборудования сварочного производства.

Программа Microsoft Word.

Лекция 6, 7.

Раздел 4: САМ-системы. Проектирование, моделирование и оптимизация технологических процессов. Уровни автоматизации. Основные методы проектирования технологических процессов.

Программное обеспечение САПР ТП. Компас-Автопроект. ТехноПро. Вертикаль.

Лекция 8.

Раздел 5: САЕ-системы. Изобретающая машина. Методология решения изобретательских задач. Эвристическая деятельность. Алгоритмическая деятельность.

Применение метода конечных элементов в расчётах сварных конструкций. Основы конечно-элементного анализа. Конечно-элементные программные пакеты. Расчёт методом конечных элементов трёхмерных конструкций в среде COSMOSXpress. Расчёт напряжённо-деформированного состояния в NX Nastran. Расчёт напряжённо-деформированного состояния в КОМПАС–3D (АРМ FEM). Расчёт напряжённо-деформированного состояния в MSC.SimDesigner for CATIA. Расчёт напряжённо-деформированного состояния в SolidWorks (Simulation). Сравнительный анализ результатов расчёта методом сопротивления материалов и методом конечных элементов.

Лекция 9.

Раздел 6: Новые информационные технологии в сварочном производстве. Компьютерное проектирование участков и цехов сварочного производства. Автоматизация создания параметрических чертежей сварных конструкций и приспособлений. Компьютерное моделирование сварочных процессов. Компьютерное моделирование механических испытаний сварных соединений. Компьютерное моделирование контроля герметичности сварных конструкций.

4.5 Лабораторный практикум

Работа №1. Создание 2D-эскизов в Autodesk Inventor.

Работа №2. Создание 3D-моделей в Autodesk Inventor.

Работа №3. Создание 2D-чертежей из 3D-данных в Autodesk Inventor.

Работа №4. Разработка технологического процесса в КОМПАС-АВТОПРОЕКТ.

Работа №5. Разработка технологического процесса в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

Перед выполнением лабораторных работ студентам в первую неделю семестра выдается электронная версия методических указаний. На лабораторные занятия студент является с предварительно подготовленной формой отчета, после изучения методических указа-

ний и освоения теоретического материала по выполняемой работе. Перед началом работы выясняются неясные студентам положения теоретического и прикладного характера, проводится опрос студентов.

4.6 Вопросы для подготовки к компьютерному тестированию по дисциплине

- 1) По какой технологии велось проектирование всех новых изделий до изобретения компьютеров?
- 2) Что позволяет компьютер, оснащенный соответствующими программами, совместно с принтером, плоттером и графическим планшетом (дигитайзером) при создании новых изделий?
- 3) Что такое САПР?
- 4) Каковы пределы точности при геометрическом моделировании на кульмане?
- 5) Какие задачи решают САД системы?
- 6) Какие задачи решают САМ системы?
- 7) Какие задачи решают САЕ системы?
- 8) Какие системы САПР работают, используя метод конечных элементов, когда общая модель изделия делится на множество геометрических примитивов (например тетраэдров)?
- 9) Какие модули программ анализа САЕ системы являются основными?
- 10) Какие данные являются исходными для препроцессора САЕ системы?
- 11) Основная функция препроцессора САЕ системы?
- 12) Что представляет собой решатель САЕ системы?
- 13) Для чего служит постпроцессор САЕ системы?
- 14) Основная форма визуализации результатов решения постпроцессором САЕ системы в машиностроительных САПР)?
- 15) Что характеризует цвет отдельных участков изображений полей напряжений, температур, потенциалов и т.п. при моделировании в САЕ системе?

- 16) Что обеспечивают PDM системы (системы управления инженерными данными)?
- 17) Какие пределы точности обеспечивает математический аппарат геометрического моделирования плоских САД-систем?
- 18) Каким подходам к плоскому моделированию следовало развитие САД-систем?
- 19) Какими основными инструментами оперирует чертежный подход к плоскому моделированию САД-систем?
- 20) Назовите операции, свойственные чертежному подходу к плоскому моделированию САД-систем?
- 21) Какими основными инструментами оперирует твердотельный подход к плоскому моделированию САД-систем?
- 22) Назовите главные операции, свойственные твердотельному подходу к плоскому моделированию САД-систем?
- 23) На чем базируется идеология систем объемного моделирования САД-систем?
- 24) Как определяется геометрия поверхности при объемном моделировании САД-систем?
- 25) Какую информацию можно получить, используя геометрическую модель при объемном моделировании САД-систем?
- 26) На каких подходах к построению поверхностей модели базируются системы объемного моделирования САД-систем?
- 27) Чем конструктор определяет изделие при использовании поверхностного моделирования в системах объемного моделирования САД-систем?
- 28) Чем конструктор представляет изделие при твердотельном способе объемного моделирования?
- 29) Что было характерно для САД-систем нижнего уровня?
- 30) К чему привела унификация основных операций геометрического моделирования в области автоматизации проектирования?
- 31) Чему способствует стандартизация описаний геометрических моделей в САД-продуктах САПР?
- 32) На что направлены работы по стандартизации описаний геометрических моделей в САД-продуктах САПР?

33) Чем обеспечивается максимальная эффективность от внедрения САПР машиностроения?

34) Основное направление современного развития систем геометрического моделирования, анализа и расчета характеристик изделия?

35) К чему приводит распространение функций PDM-систем на все этапы жизненного цикла проектируемой продукции?

36) Что обеспечивает развитие систем PLM?

37) На какие классы делятся современные САПР?

38) Какой продукт САПР является представителем «тяжелого» класса?

39) Какой продукт САПР является представителем «среднего» класса?

40) Какой продукт САПР является представителем «легкого» класса?

41) Что дает специализация графических редакторов САПР?

42) Что в САПР подразумевается под термином «проектирование»?

43) Какую роль в САПР играют PDM–системы?

44) Что вкладывается в понятие объекта САПР?

45) Что такое C–технология (конструкторско-технологическое проектирование)?

46) Что подразумевает понятие «проектирование»?

47) В чем заключается нисходящее (сверху вниз) проектирование?

48) В чем заключается восходящее (снизу вверх) проектирование?

49) Какие признаки не являются классификационными для систем автоматизированного проектирования?

50) Как осуществляется классификация систем автоматизированного проектирования по уровню автоматизации?

51) Как осуществляется классификация систем автоматизированного проектирования по комплектности проектирования (какой этап проектирования автоматизирован)?

- 52) Как осуществляется классификация систем автоматизированного проектирования по выпускаемым проектным документам?
- 53) Как осуществляется классификация систем автоматизированного проектирования по числу проектных документов?
- 54) Какова последовательность стадий проектирования?
- 55) Какие работы проводятся при проектировании на стадии разработки технического предложения (перечень работ устанавливаются на основе технического задания)?
- 56) Какие работы проводятся при проектировании на стадии разработки эскизного проекта?
- 57) Какие работы проводятся при проектировании на стадии разработки технического проекта?
- 58) Какие работы проводятся при проектировании на стадии разработки рабочего проекта?
- 59) Особенности программы Adobe Photoshop?
- 60) Особенности новых версий программы Corel Draw?
- 61) Чем растровая графика отличается от векторной?
- 62) Что представляет собой созданная фирмой Autodesk?
- 63) Что называется сплайнами?
- 64) Какие типы моделей трёхмерных объектов можно создавать в AutoCAD?
- 65) Что такое полигональный объект?
- 66) Какие модели наиболее полно отражают реальные свойства моделируемых объектов?
- 67) При помощи каких операций можно комбинировать различные тела при трёхмерном моделировании?
- 68) Какие операции характерны для визуализации (наглядного представления) трёхмерных чертежей (применимо к поверхностям и твёрдотельным моделям)?
- 69) Что представляет собой программа Autodesk Inventor?
- 70) Что представляет собой подсистема КОМПАС-ГРАФИК?
- 71) Что представляет собой система КОМПАС-3D?
- 72) Что в системе КОМПАС-3D используется в качестве основы для создания объёмных тел?
- 73) Что в системе КОМПАС-3D называется «Дерево модели»?

74) Какие подходы к созданию 3D модели существуют в системе T-FLEX CAD?

75) Что представляет собой программа APM WinMachine?

76) Какой принцип проектирования используется в САПР SolidWorks?

77) В чем заключается технология получения трехмерной детали в SolidWorks?

78) Как осуществляется проектирование сборок по методу «снизу вверх»?

79) В чем заключается особенность метода проектирования «сверху вниз»?

80) В чем заключается экспресс-анализ прочности деталей SolidWorks?

81) Что представляет собой программа Unigraphics (NX)?

82) В чем состоят особенности базового модуля NX?

83) В чем заключается концепция ассоциативности в NX?

84) В чем заключается особенность параметрической модели в САПР?

85) Какие типы конструктивных элементов формы используются при проектировании параметрической модели в NX?

86) Наборы каких графических примитивов используются в программе 3DStudio MAX?

87) В чем заключается метод лофтинга?

88) Что такое сплайны?

89) Что такое сегменты?

90) На какие категории можно условно разделить все геометрические объекты программы 3ds Max?

91) Что в 3ds Max представляют собой геометрические примитивы?

92) Что такое модификаторы в 3ds Max?

93) Какие технологические процессы относятся к типовым?

94) Какие технологические процессы относятся к групповым?

95) Что характерно для низкого уровня автоматизации проектирования?

96) Что характерно для среднего уровня автоматизации проектирования?

97) Что характерно для высокого уровня автоматизации проектирования?

98) Какой принцип положен в основу работы САПР ТП «КОМПАС - АВТОПРОЕКТ»?

99) Для чего предназначен программный продукт «Техно-Про»?

100) Что позволяет программный продукт ВЕРТИКАЛЬ?

4.7 Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест по разделу 3 лекционного материала «САД-системы»:

Что является главной функцией базового модуля NX?

а) Обеспечение связи между всеми модулями NX, а также просмотр существующих моделей.

б) Модуль является основным в системе.

в) В нём не производится никаких геометрических построений или операций над моделями.

г) Позволяет просматривать и анализировать существующие детали (а также выполнять динамические сечения, производить измерения и т.д.).

д) Координатная плоскость, координатная ось, система координат

Вопросы собеседования по разделу 2 лекционного материала «САД/САМ/САЕ-системы»:

1) Что входит в понятие система САПР?

2) С какой точностью реализуется проектирование в системах САПР?

3) Какие функции осуществляют САМ системы?

4) Какие функции осуществляют САЕ системы? .

5) Какие функции осуществляют PDM системы?

6) Какими понятиями оперируют при создании чертежей

7) Какими понятиями оперируют при создании моделей?

Возможные темы рефератов по дисциплине:

- 1) Организационное обеспечение САПР.
- 2) Этапы решения задач конструкторского проектирования.
- 3) Основы САПР в сварочном производстве.
- 4) Трехмерное моделирование в системах автоматизированного проектирования.
- 5) Подсистемы САПР для управления контактной сварочной машиной

4.8 Библиографический список по дисциплине

4.8.1 Основная учебная литература

1) Котельников А.А. Компьютерные технологии в сварочном производстве [Текст]: Учебное пособие / А. А. Котельников; Курск: Юго-Зап. гос. ун-т., ЗАО «Университетская книга, 2016. – 239 с.

4.8.2 Дополнительная учебная литература

2) Котельников А. А. CAD/CAM/CAE системы [Текст]: Учебное пособие / А. А. Котельников; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск [б. и.], 2014. – 344 с.

3) Компьютерное моделирование в сварочном производстве [Текст]: Учебное пособие / А. А. Котельников [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Юго-Западный государственный университет. – Курск: ЮЗГУ, 2013. – 224 с.

4) Котельников А.А. Компьютерные технологии в науке, образовании и производстве [Текст]: Учебное пособие / А. А. Котельников; Министерство образования и науки Российской Федерации, Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск: ЮЗГУ, 2011. – 436 с..

4.8.3 Перечень методических указаний

5) Системы автоматизированного проектирования в сварке [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: А.А. Котельников, Н.И. Иванов. – Курск: ЮЗГУ, 2017. – 54 с.

4.8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

- 6) «Сварочное производство»;
- 7) «Заготовительные производства»;
- 8) «Технология машиностроения»;
- 9) «Сварка и диагностика».

4.8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», полезных для освоения дисциплины

www.dmk.ru – в файле read me указан состав каталогов;

www.ascon.ru – новейшие разработки по ассоциативному конструированию компании «АСКОН»;

www.microsoft.com/rus – системное программное обеспечение;

www.office.microsoft.ru – прикладное программное обеспечение;

<http://biblioclub.ru> – Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека он-лайн»;

www.elibrarv.ru – Научная электронная библиотека elibrary.