

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



### ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СВАРОЧНОМ ОБОРУДОВАНИИ СВАРКА ПЛСТМАСС И СКЛЕИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ СКЛЕИВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

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*

**Промышленная электроника в сварочном оборудовании. Сварка пластмасс и склеивание металлов. Склеивание металлических и неметаллических конструкций [Текст]:** методические указания по самостоятельной работе / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Н.И. Иванов. – Курск: ЮЗГУ, 2018. 43 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. *24*. Уч. - изд. л. *22*. Тираж *100* экз. Заказ *263* 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 ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СВАРОЧНОМ ОБОРУДОВАНИИ	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	12
2.6 Перечень вопросов для текущего контроля по дисциплине	16
2.7 Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля	18
2.8 Библиографический список по дисциплине	19
3 СВАРКА ПЛАСТМАСС И СКЛЕИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ	21
3.1 Цель изучения дисциплины	21
3.2 Задачи изучения дисциплины	21
3.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	21

3.4	Содержание лекционного материала	23
3.5	Лабораторный практикум	25
3.6	Перечень вопросов для текущего контроля по дисциплине	28
3.7	Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля	30
3.8	Библиографический список по дисциплине	31
4	<b>СКЛЕИВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ</b>	33
4.1	Цель изучения дисциплины	33
4.2	Задачи изучения дисциплины	33
4.3	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	33
4.4	Содержание лекционного материала	35
4.5	Лабораторный практикум	36
4.6	Перечень вопросов для текущего контроля по дисциплине	40
4.7	Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля	41
4.8	Библиографический список по дисциплине	42

## 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 ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СВАРОЧНОМ ОБОРУДОВАНИИ

### 2.1 Цель изучения дисциплины

Расширение и углубление электротехнической подготовки студентов в области механизации и автоматизации сварочного производства, осуществляемой на основе широкого применения в сварочном оборудовании электронной техники.

### 2.2 Задачи изучения дисциплины

- изучение особенностей элементной базы электронных схем, применяемых в цепях управления и в силовых блоках сварочной техники;
- изучение конструкции и принципов действия индикаторных приборов, используемых в сварочном оборудовании;
- изучение конструкции и принципов действия магнитных элементов и источников вторичного электропитания в сварочной технике.

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

Обучающиеся должны **знать**:

- основные технические характеристики элементной базы электронных схем, применяемых в сварочной технике;
- критерии выбора элементной базы для конкретного сварочного оборудования;
- типовые схемы блоков управления и силовых блоков широко распространенного сварочного оборудования;
- классификацию источников питания;
- требования, предъявляемые к источнику питания со стороны сварочной дуги;

- критерии выбора источника питания для конкретного метода дуговой сварки;
- типовые схемы широко используемых и инновационных источников питания сварочной дуги;
- принципиальные конструкции источников переменного и постоянного тока;
- принципиальные конструкции источников специального назначения.

**уметь:**

- правильно выбрать необходимую элементную базу для ремонта схем управления и силовых блоков сварочного оборудования;
- проверить работоспособность схем управления и силовых блоков сварочного оборудования;
- определить типовые неисправности сварочного оборудования в процессе его эксплуатации и возможности их устранения;
- на основе анализа требований к качеству сварного соединения, производительности процесса сварки и условий работы сварщика сформулировать требования к выбору необходимого источника питания сварочной дуги;
- проводить эксперименты с источниками питания сварочной дуги по заданным методикам;
- правильно выбрать необходимый источник питания для заданного вида, способа и технологии сварки;
- настроить источник питания на заданный режим сварки;
- собрать электрическую схему сварочного поста в условиях параллельной работы источников, при многопостовой системе питания, для сварки трёхфазной дугой;
- определить типовые неисправности источника в процессе его эксплуатации и возможности их устранения.

**владеть:**

- навыками теоретического и экспериментального исследования работоспособности элементов промышленной электроники, используемых в сварочном оборудовании;
- навыками творческой инициативы, рационализации, изобретения.

ретательства, способствующими внедрению инновационных достижений отечественной и зарубежной науки и техники в области источников питания сварочной дуги;

- методиками проверки технического состояния и остаточного ресурса электрической части сварочного оборудования, технического осмотра и текущего ремонта электросиловой части эксплуатируемого оборудования.

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**);

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

## 2.4 Содержание лекционного материала

### Лекция 1,2

Раздел 1: **Элементная база электронных схем, применяемых в сварочной технике.** Полупроводниковые приборы. Диоды. Типы диодов. Основные параметры и характеристики силовых диодов. Конструкция силовых диодов. Параллельное и последовательное соединение диодов. Кремниевые стабилитроны.

### Лекция 3, 4, 5, 6.

Раздел 2: **Транзисторы.** Типы транзисторов. Основные параметры и характеристики. Схемы включения биполярных транзисторов. Режимы работы биполярных транзисторов. Входная и выходная характеристики транзисторов. Ключевой режим работы. Унипо-

лярные транзисторы.

Лекция 7, 8, 9, 10, 11.

**Раздел 3: Тиристоры.** Конструкция и основные параметры тиристоров. Динисторы. Симисторы. Использование тиристоров в схемах фазового управления напряжением. Использование в электронных схемах.

Лекция 12, 13.

**Раздел 4: Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы (ИМС).** Операционные усилители, используемые в блоках управления сварочным оборудованием. Логические элементы. Помехоустойчивость логических элементов. Элементы запоминания. Унифицированные системы бесконтактных элементов типа «Логика». Дискретная обработка информации. Микропроцессоры.

Лекция 14, 15, 16.

**Раздел 5: Индикаторные приборы.** Вакуумно-люминесцентные элементы индикации. Газоразрядные элементы индикации. Полупроводниковые индикаторы. Жидкокристаллические элементы индикации.

Лекция 17, 18.

**Раздел 6: Магнитные элементы и источники вторичного электропитания.** Применение в сварочном оборудовании. Достоинства. Дроссели насыщения. Магнитные усилители. Источники вторичного электропитания. Инверторы. Классификация. Инверторы, вводимые сетью. Автономные инверторы. Автономные инверторы тока. Автономные инверторы напряжения. Автономные резонансные инверторы.

## 2.5 Лабораторный практикум

Работа №1. Методы измерения параметров электронных цепей.  
Контрольные вопросы:

- 1) Объясните назначение электронного осциллографа.
- 2) Назовите основные узлы осциллографа.

- 3) Как устанавливается необходимый размах амплитуды сигнала на экране осциллографа?
- 4) Как устанавливается необходимая скорость горизонтальной развертки?
- 5) Виды синхронизации, применяемые при измерениях с помощью осциллографа.
- 6) Как выполняются амплитудные измерения сигналов осциллографом?
- 7) Как выполняются измерения временных параметров сигналов с помощью осциллографа?
- 8) Что такое АЧХ и ФЧХ электронной схемы?
- 9) Объяснить характер передаточной характеристики интегрирующей и дифференцирующей цепочек.

Работа №2. Обнаружение неисправностей типовых элементов аппаратуры управления и силовых цепей электросварочного оборудования.

Работа №3. Статические вольтамперные характеристики и параметры электронно-дырочного перехода биполярного транзистора.

Контрольные вопросы:

- 1) Привести график теоретической ВАХ идеального р-п-перехода. Какое напряжение на переходе называется прямым, какое – обратным?
- 2) В чем отличие ВАХ реального р-п-перехода от ВАХ идеального перехода? Приведите эквивалентную схему реального диода.
- 3) Объяснить физические процессы на границе полупроводников различного типа. Механизм образования р-п-перехода.
- 4) Объяснить физические процессы в р-п-переходе при прямом и обратном включении.
- 5) Привести значения прямого напряжения, при котором работают германиевые и кремниевые диоды.
- 6) Температурные зависимости обратного тока и прямого

напряжения диода.

7) Назначение эмиттерного и коллекторного переходов биполярного транзистора.

8) Схема подключения переходов транзистора к источникам питания при нормальной активной работе.

9) Схемы транзисторных каскадов с общей базой и общим эмиттером.

10) Вывод уравнения тока коллектора для схем с ОБ и ОЭ. Указать связь между коэффициентами передачи тока и примерные значения этих параметров.

11) Привести эквивалентную схему транзистора по постоянному току в схеме с ОЭ.

12) Привести эквивалентную схему транзистора по постоянному току в схеме с ОБ.

13) В чем смысл дифференциального сопротивления коллекторной цепи? Как меняется его значения в схемах с ОБ и ОЭ?

14) Какие соотношения между электрическими величинами отражает малосигнальная эквивалентная схема транзистора?

Работа №4. Усилительный каскад на биполярном транзисторе с общим эмиттером.

Контрольные вопросы:

1) Из каких соображений выбираются координаты рабочей точки транзисторного каскада?

2) На чем основан эффект усиления колебаний напряжения в транзисторном каскаде с ОЭ?

3) Назначение разделительных конденсаторов на входе и выходе усилительного каскада.

4) Что такое статическая и динамическая линии нагрузки?

5) Дать определение входному сопротивлению усилительного каскада. Как измерить переменную составляющую входного тока?

6) Указать связь между входным и выходными напряжениями. Как зависит входное сопротивление от точки покоя?

Указать связь мгновенных значений напряжения база-эмиттер,

токов базы, коллектора и напряжения коллектор-эмиттер для транзистора типа р-п-р при синусоидальном входном сигнале. Привести диаграммы указанных величин.

7) Какие параметры транзистора определяют коэффициент усиления каскада с ОЭ? Как влияет на усиление сопротивление нагрузки?

8) Что является причиной искажения формы выходного сигнала при перегрузке усилителя?

Работа №5. Статические характеристики и усилительные свойства полевого транзистора.

Контрольные вопросы:

1) Объяснить физические процессы при управлении током в полевом транзисторе.

2) Что представляет собой канал полевого транзистора и что определяет его толщину?

3) Объяснить устройство полевого транзистора, виды применяемой изоляции затвор-канал, канал-подложка в различных типах транзисторов.

4) Из каких соображений выбирается полярность напряжения на затворе и стоке?

5) Что подразумевают термины: «напряжение отсечки» и «напряжение насыщения»?

6) В чем отличие полевого транзистора от биполярного в механизме управления током канала?

7) Какие дифференциальные параметры характеризуют полевой транзистор в режиме малого сигнала? Напишите уравнение для приращения тока стока.

8) Как зависит от напряжения затвор-исток крутизна передаточной характеристики в области насыщения выходных характеристик?

9) Каким образом устанавливают точку покоя в усилительном каскаде в схеме с общим истоком?

10) Назначение разделительных конденсаторов на входе и выходе усилительного каскада?

- 11) Указать связь между напряжениями сигнала и затвора, током стока и напряжениями на стоке и на нагрузке? Привести диаграммы изменения указанных величин?
- 12) Пределы изменения амплитуды входного сигнала?
- 13) От каких параметров транзистора зависит коэффициент усиления каскада с ОИ?
- 14) Как влияет на величину коэффициента усиления сопротивление нагрузки?

## 2.6 Перечень вопросов для текущего контроля по дисциплине

- 1) Роль промышленной электроники в повышении технического уровня сварочного оборудования.
- 2) Полупроводниковые элементы, применяемые в сварочной технике.
- 3) Диоды. Типы диодов.
- 4) Основные параметры и характеристики силовых диодов.
- 5) Конструкция штыревого и таблеточного силовых диодов. Воздушное и водяное охлаждение. Способы защиты от кратковременных перенапряжений.
- 6) Параллельное и последовательное соединение диодов.
- 7) Особенности конструкции кремниевых стабилитронов.
- 8) Транзисторы. Типы транзисторов.
- 9) Основные параметры и характеристики биполярных транзисторов.
- 10) Схемы включения биполярных транзисторов.
- 11) Режимы работы биполярных транзисторов.
- 12) Входная и выходная характеристики транзисторов.
- 13) Ключевой режим работы биполярных транзисторов.
- 14) Униполярные транзисторы, типы. Обозначение на электронных схемах.
- 15) Тиристоры. Конструкция и основные параметры тиристоров.
- 16) Вольтамперная характеристика тиристоров. Перевод из «закрытого»



- 17) состояния в «открытое» и обратно.
- 18) Динисторы. Симисторы.
- 19) Использование тиристоров в схемах фазового управления напряжением. Использование в электронных схемах.
- 20) Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы (ИМС).
- 21) Операционные усилители, используемые в блоках управления сварочным оборудованием.
- 22) Логические операции сложения, умножения и отрицания.
- 23) Логические элементы И, ИЛИ, НЕ.
- 24) Логические элементы И-НЕ, ИЛИ-НЕ.
- 25) Дискретная обработка информации. Потенциальные и импульсные логические элементы.
- 26) Статическая и импульсная помехоустойчивость логических элементов.
- 27) Элементы запоминания.
- 28) Унифицированные системы бесконтактных элементов типа «Логика».
- 29) Дискретная обработка информации.
- 30) Микропроцессоры.
- 31) Индикаторные приборы в сварочном оборудовании.
- 32) Вакуумно-люминесцентные элементы индикации.
- 33) Газоразрядные элементы индикации.
- 34) Полупроводниковые индикаторы.
- 35) Жидкокристаллические элементы индикации.
35. Магнитные элементы и источники вторичного электропитания. Применение в сварочном оборудовании. Достоинства.
- 36) Дроссели насыщения. Схемы включения и принцип работы.
- 37) Магнитные усилители с внешней обратной связью по току нагрузки.
- 38) Магнитные усилители с внешней обратной связью по напряжению нагрузки.
- 39) Магнитные усилители с внутренней обратной связью.
- 40) Источники вторичного электропитания.

- 41) Инверторы. Классификация.
- 42) Инверторы, ведомые сетью.
- 43) Автономные инверторы тока.
- 44) Автономные инверторы напряжения.
- 45) Автономные резонансные инверторы.

## 2.7 Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест по разделу 1 лекционного материала «Элементная база электронных схем, применяемых в сварочной технике»:

**Для чего предназначено последовательное соединение диодов:**

- А) для увеличения суммарного допустимого обратного напряжения.
- Б) для увеличения суммарного допустимого прямого напряжения..
- В) для увеличения суммарного прямого тока.
- Г) для увеличения суммарного обратного тока.
- Д) для увеличения суммарного прямого тока и суммарного допустимого прямого напряжения.

Вопросы собеседования по разделу 6 лекционного материала «Магнитные элементы и источники вторичного электропитания»:

- 1) Дроссели насыщения, применяемые в сварочном оборудовании.
- 2) Достоинства и недостатки применения магнитных усилителей в сварочном оборудовании.
- 3) Классификация инверторных схем.
- 4) Достоинства и недостатки тиристорных и транзисторных инверторов.

Возможные темы рефератов по дисциплине:

- 1) Применение унифицированных систем бесконтактных элементов типа «Логика» в сварочном оборудовании.

- 2) Использование штыревых и таблеточных тиристорov в сварочном оборудовании.
- 3) Индикаторные приборы в системах сигнализации сварочного оборудования.
- 4) Особенности конструкции современных инверторных источников питания для сварки.
- 5) Однотактные и двухтактные инверторные источники.

## 2.8 Библиографический список по дисциплине

### 2.8.1 Основная учебная литература

1) Марченко А.Л. Основы электроники [Текст]: учебное пособие для вузов. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 296 с.

### 2.8.2 Дополнительная учебная литература

2) Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника / Под. Ред. В.А. Лабунова – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 320 с.

3) Камнев В.Н. Чтение схем и чертежей электроустановок [Текст]: Учебн. пособие. – М.: Высш. шк., 1986. – 144 с.

### 2.8.3 Перечень методических указаний

4) Промышленная электроника в сварочном оборудовании [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Н.И. Иванов. – Курск: ЮЗГУ, 2012. – 44 с.

### 2.8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

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

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

[www.brima.ru](http://www.brima.ru) – Сварочное оборудование

[www.blueweld.ru](http://www.blueweld.ru) – Промышленное сварочное оборудование.

[www.техноtron.pф](http://www.техноtron.pф) – Промышленное сварочного оборудования;  
[www.shtorm-lorch.ru](http://www.shtorm-lorch.ru) – Сварочное оборудование;  
[www.форсаж.pф](http://www.форсаж.pф) – Сварочное оборудование ФОРСАЖ;  
[www.evospark.ru](http://www.evospark.ru) – Сварочное оборудование промышленного класса;  
[www.megmeet.ru](http://www.megmeet.ru) – Цифровые промышленные сварочные аппараты;  
[www.svarog-rf.ru](http://www.svarog-rf.ru) – Сварочные инверторы;  
[www.aurora-online.ru](http://www.aurora-online.ru) – Профессиональное сварочное оборудование;  
[www.rutector.ru](http://www.rutector.ru) – Сварочные инверторы;  
[www.zsofeb.ru](http://www.zsofeb.ru) – Сварочные инверторы;  
<http://biblioclub.ru> – Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека он-лайн»;  
[www.elibrarv.ru](http://www.elibrarv.ru) – Научная электронная библиотека elibrary.

## 3 СВАРКА ПЛАСТМАСС И СКЛЕИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ

### 3.1 Цель изучения дисциплины

Формирование у студентов базовых знаний и практических навыков по способам, технике и технологии сварки пластмасс и склеивания металлов с учетом тенденций развития промышленности и основных направлений технической политики в области сварочного производства и родственных областей промышленности, направляемых на сбережение людских, энергетических и материальных ресурсов.

### 3.2 Задачи изучения дисциплины

- изучение теоретических основ и тенденций развития сварки пластмасс и склеивания металлов;
- изучение способов соединения пластмасс с использованием сварочных технологий;
- изучение свойств свариваемых материалов и применяемого оборудования;
- изучение классификации и характеристик основных типов клеев;
- изучение технологических приемов и путей реализации процессов получения высококачественных сварных соединений пластмасс и клеевых соединений металлов с учетом экономических аспектов;
- изучение методов контроля и управления качеством продукции при сварке пластмасс и склеивании металлов.

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

Обучающиеся должны **знать:**

- классификацию способов, теоретические основы и тенден-

ции развития процессов сварки пластмасс и склеивания металлов, свойства свариваемых и технологических материалов, передовой опыт современной отечественной и зарубежной науки и техники в области сварки пластмасс и склеивания металлов.

- инновационные процессы, современные технологии и параметры режимов, отечественное и зарубежное инновационное оборудование для сварки пластмасс и склеивания металлов.

- требования к инновационным технологическим процессам сварки деталей и узлов изделий машиностроения из пластмасс и клееных металлических конструкций с учетом руководящих материалов для их разработки.

**уметь:**

- сформулировать техническое задание на разработку планов и программ организации инновационной деятельности и оценки инновационных и технологических рисков при внедрении новых технологических процессов сварки пластмасс и склеивания металлов.

- сформулировать техническое задание на разработку инновационных технологических процессов сварки пластмасс и склеивания металлов с учетом современных достижений отечественной и зарубежной науки и инновационной техники.

- разрабатывать инновационные технологические процессы сварки деталей и узлов изделий машиностроения из пластмасс и клееных металлических конструкций с учетом достижений отечественной и зарубежной науки и инновационной техники.

**владеть:**

- методиками разработки планов и программ организации инновационной деятельности и оценки инновационных и технологических рисков при внедрении новых технологических процессов сварки пластмасс и склеивания металлов.

- навыками творческой инициативы, рационализации, изобретательства, способствующими внедрению достижений отечественной и зарубежной науки и инновационной техники в области сварки пластмасс и склеивания металлов.

- навыками разработки инновационных технологических процессов сварки деталей и узлов изделий машиностроения из

пластмасс и клееных металлических конструкций с учетом достижений отечественной и зарубежной науки и инновационной техники.

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 учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании (**ПК-5**).

### 3.4 Содержание лекционного материала

#### Лекция 1.

**Раздел 1: Краткие сведения о пластических массах и их свариваемости.** Материалы для изготовления сварных конструкций из полимерных материалов. Классификация способов сварки пластмасс. Механизм образования соединений при сварке пластмасс. Свариваемость термопластов.

#### Лекция 2, 3.

**Раздел 2: Сварка пластмасс с подводом тепловой энергии.** Сварка пластмасс нагретым газом. Сущность и схемы процесса. Технология сварки нагретым газом. Оборудование для сварки нагретым газом. Сварка пластмасс расплавом присадкой. Сущность и схемы процесса. Технология и параметры режима сварки. Оборудование для сварки расплавом. Сварка пластмасс нагретым инструментом. Сущность и схемы процесса. Сварка прямым нагревом. Разновидности сварки прямым нагревом. Сварка косвенным нагревом. Сварка прямым нагревом при монтаже трубопроводов. Сварка косвенным нагревом полимерных пленок.

Лекция 4, 5.

**Раздел 3: Сварка пластмасс с генерированием тепловой энергии.**

Ультразвуковая сварка (УЗС) пластмасс. Сущность и схемы процесса. Передача энергии в зону сварки. Концентрация энергии в зоне сварки. Дозирование подводимой энергии. Виды УЗС в зависимости от взаимного перемещения сварочного инструмента и изделия. Параметры режима УЗС. Технология УЗС термопластов. Оборудование для УЗС пластмасс. Сварка пластмасс током высокой частоты (ТВЧ). Сущность процесса. Схемы процесса. Технология и параметры режима сварки ТВЧ. Оборудование для сварки пластмасс ТВЧ. Сварка пластмасс трением. Сущность и схемы процесса. Технология и параметры режима сварки Оборудование для сварки пластмасс трением и вибротрением. Сварка пластмасс излучением. Сварка инфракрасным излучением. Сварка световым лучом. Лазерная сварка.

Лекция 6.

**Раздел 4: Сварка пластмасс без подвода тепловой энергии.**

Химическая сварка пластмасс. Сущность процесса и область применения. Химическая сварка термопластов. Химическая сварка реактопластов. Сварка пластмасс растворителями. Сущность процесса и область применения. Технологический процесс сварки растворителями.

Лекция 7, 8.

**Раздел 5: Склеивание металлов.**

Сущность процесса склеивания. Классификация клеев. Характеристика основных типов клеев. Торговые марки клеев. Основные принципы склеивания металлов. Свойства клеевых соединений металлов. Конструирование клеевых соединений металлов. Прочность клеевых соединений. Дефекты клеевых соединений. Склеивание металлов в промышленности.

Лекция 9.

**Раздел 6: Техника безопасности при выполнении соединений и их контроль качества.**

Техника безопасности при сварке пластмасс. Техника безопасности при работе с клеями. Дефекты сварных соединений пластмасс. Неразрушающие методы кон-



троля качества. Механические испытания сварных соединений. Контроль плотности и герметичности сварных швов. Недостатки клеевых соединений. Методы испытаний свойств клеев и клеевых соединений.

### 3.5 Лабораторный практикум

Работа №1. Сварка пластмассовых труб нагретым инструментом машины ROWELD P 160 SANILINE.

Контрольные вопросы:

- 1) Составные части машины ROWELD P 160 SANILINE для сварки полиэтиленовых труб?
- 2) Назовите основные параметры процесса сварки пластмассовых труб встык?
- 3) От чего зависит требуемая температура нагревателя?
- 4) Как пользоваться круговой диаграммой для выбора параметров режима сварки?
- 5) От каких факторов зависит время технологической паузы?
- 6) Что называют гратом?
- 7) Какой геометрический параметр грата должен контролироваться при сварке?

Работа №2. Сварка пластмасс нагретым газом.

Контрольные вопросы:

- 1) Как может осуществляться сварка пластмасс нагретым газом?
- 2) Что является присадочным материалом при сварке пластмасс нагретым газом?
- 3) Как при сварке нагретым газом подается присадочный материал?
- 4) Какую разделку кромок выполняют при сварке стыковых и тавровых соединений материалов толщиной от 10 до 20 мм?
- 5) Требования к величине угла разделки кромок?
- 6) В каких случаях при сварке нагретым газом стыковые швы без разделки кромок?

- 7) Какие технологические параметры режима являются основными при сварке нагретым газом?
- 8) Как подразделяются горелки, которые применяются для сварки нагретым газом?
- 9) Какие типы горелок используются для сварки нагретым газом с электронагревом?

Работа №3. Раструбная сварка полиэтиленовых труб небольшого диаметра ручным аппаратом CR-ZRJQ-63T.

Контрольные вопросы:

- 1) Суть технологического процесса раструбной сварки?
- 2) Последовательность технологического процесса раструбной сварки?
- 3) От каких факторов зависит выбор температуры нагревательного инструмента?
- 4) К какому типу относится раструбная сварка?
- 5) Допускается ли принудительное охлаждение сварного соединения при раструбной сварке?
- 6) К чему приводит превышение установленной температуры нагретого инструмента при раструбной сварке?

Работа №4. Определение механических свойств клеевых соединений металлов.

Контрольные вопросы:

- 1) Достоинства и недостатки клеевых соединений при замене сварки, пайки и заклепочных соединений?
- 2) Какие основные компоненты входят в состав клеев?
- 3) Что является основой клея?
- 4) Достоинства и недостатки синтетических клеев?
- 5) Каким требованиям должен отвечать клей для выполнения качественного соединения?
- 6) От чего зависит прочность клеевого соединения?
- 7) Какие способы используются для подготовки поверхностей металлов перед склейкой?
- 8) Какие характеристики лежат в основе выбора клеев?

## 9) Технология подготовки металлов перед склеиванием.

Работа №5. Оценка технологических и эксплуатационных свойств клеевой композиции.

Контрольные вопросы:

- 1) Для чего необходимо знание свойств клеевой композиции?
- 2) Почему о свойствах клеевой композиции не всегда можно ориентироваться только на справочные данные и заводскую документацию?
- 3) Что дает входной контроль поступающего клея и его компонентов?
- 4) Как можно разделить все характеристики клеевых композиций?
- 5) Что относится к технологическим характеристикам клеевых композиций?
- 6) Что относится к эксплуатационным характеристикам клеевых композиций?
- 7) Как определяется вязкость клея?
- 8) Каков смысл понятия «жизнеспособность» клея?
- 9) Для чего проводится оценка качества клея по виду и цвету?
- 10) О каких свойствах клея можно судить по результатам механических испытаний?
- 11) Какие методы испытания клеевых соединений используются наиболее часто?

Работа №6. Особенности клеесварных соединений.

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое клеесварные соединения?
- 2) В чем преимущества клеесварных соединений?
- 3) Причины, характер и последствия коррозии сварных соединений, выполненных контактной сваркой.
- 4) Назовите основные технологические варианты получения соединений, их преимущества и недостатки.
- 5) Каковы требования, предъявляемые к клеям?

- 6) Перечислите способы нанесения клея.
- 7) Как наличие клеевой прослойки влияет на режим точечной сварки?

### 3.6 Перечень вопросов для текущего контроля по дисциплине

- 1) Материалы для изготовления сварных конструкций из полимерных материалов.
- 2) Классификация способов сварки пластмасс.
- 3) Механизм образования соединений при сварке пластмасс.
- 4) Свариваемость термопластов.
- 5) Сварка пластмасс с подводом тепловой энергии.
- 6) Сварка пластмасс нагретым газом. Сущность и схемы процесса.
- 7) Технология и оборудование сварки нагретым газом.
- 8) Сварка пластмасс экструдированной присадкой. Сущность и схемы процесса.
- 9) Технология, параметры режима и оборудование для сварки экструдированной присадкой.
- 10) Сварка пластмасс нагретым инструментом. Сущность и схемы процесса.
- 11) Сварка пластмасс прямым нагревом. Разновидности сварки прямым нагревом.
- 12) Сварка прямым нагревом при монтаже полимерных трубопроводов.
- 13) Сварка пластмасс косвенным нагревом.
- 14) Ультразвуковая сварка (УЗС) пластмасс. Сущность и схемы процесса.
- 15) Передача и концентрация энергии при УЗС. Дозирование подводимой энергии.
- 16) Виды УЗС в зависимости от взаимного перемещения сварочного инструмента и изделия.
- 17) Параметры режима и оборудование для УЗС.
- 18) Технология УЗС термопластов.
- 19) Сварка пластмасс током высокой частоты (ТВЧ). Сущ-

ность и схемы процесса.

20) Технология, параметры режима и оборудование для сварки пластмасс ТВЧ.

21) Сварка пластмасс трением. Сущность и схемы процесса.

22) Технология, параметры режима и оборудование для сварки пластмасс трением и вибротрением.

23) Сварка пластмасс инфракрасным излучением.

24) Сварка пластмасс световым лучом.

25) Лазерная сварка пластмасс.

26) Химическая сварка пластмасс. Сущность процесса и область применения.

27) Химическая сварка термопластов.

28) Химическая сварка реактопластов.

29) Сварка пластмасс растворителями. Сущность процесса и область применения.

30) Особенности технологического процесса сварки пластмасс растворителями.

31) Дефекты сварных соединений пластмасс.

32) Неразрушающие методы контроля качества сварки пластмасс.

33) Механические испытания сварных соединений пластмасс.

34) Контроль плотности и герметичности швов при сварке пластмасс.

35) Техника безопасности при сварке пластмасс.

36) Сущность процесса склеивания металлов.

37) Классификация клеев для склеивания металлов.

38) Характеристика основных типов клеев для склеивания металлов.

39) Торговые марки клеев для склеивания металлов.

40) Основные принципы склеивания металлов.

41) Свойства клеевых соединений металлов.

42) Конструирование клеевых соединений металлов. Прочность клеевых соединений.

43) Дефекты клеевых соединений металлов.

44) Склеивание металлов в промышленности.

- 45) Недостатки клеевых соединений металлов.
- 46) Методы испытаний свойств клеев и клеевых соединений металлов.
- 47) Техника безопасности при выполнении клеевых соединений металлов и их контроль качества.
- 48) Техника безопасности при работе с клеями.

### 3.7 Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест по разделу 2 лекционного материала «Склеивание металлов»:

**Какие факторы не способствуют получению прочного клеевого соединения:**

- А) концентрация напряжений в клеевом соединении.
- Б) применение растворителей с низким поверхностным натяжением.
- В) применение клеев с низкой вязкостью.
- Г) повышение температуры и увеличение продолжительности контакта.
- Д) использование давления

Вопросы собеседования по разделу 3 лекционного материала «Сварка пластмасс с подводом тепловой энергии»

- 1) Стадии формирования соединения при сварке пластмасс.
- 2) Особенности сварки пластмасс нагретым газом.
- 3) Достоинства и недостатки сварки пластмасс расплавом
- 4) Особенности оборудования для ультразвуковой сварки нагретым инструментом.
- 5) Технология сварки прямым нагревом при монтаже трубопроводов.

Возможные темы рефератов по дисциплине:

- 1) Сварка пластмасс в поле ТВЧ.
- 2) Классификация способов сварки пластмасс.

- 3) Дефекты сварных соединений пластмасс.
- 4) Долговечность клеевых соединений.
- 5) Прогнозирование сроков службы клеевых соединений.

### 3.8 Библиографический список по дисциплине

#### 3.8.1 Основная учебная литература

1) Проектирование производств изделий из пластмасс [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.В. Перухин, В.В. Курносов, С.С. Ахтямова, Е.Н. Мочалова; Федеральное агенство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный технологический университет"; под ред. Р.Я. Дебердеева. - Казань: КГТУ, 2010. - 326 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270557>

2) Кузнецов, В.Г. Технология неразъемных соединений [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Кузнецов, Ф.А. Гарифуллин; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2012. - 144 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258423>

#### 3.8.2 Дополнительная учебная литература

3) Ковачич Л. Склеивание металлов и пластмасс. / Пер. со словац. Под ред. А.С. Фрейдина – М.: Химия, 1985. – 240 с.

4) Справочник Сварка полимеров и склеивание металлов. – М.: Центр промышленного маркетинга, 2004. – 403с. – (Информационный бюллетень «Промышленный маркетинг». Приложение № 3). ISBN5-902612-01-2.

5) Технические свойства полимерных материалов [Текст]: учебно-справочное пособие / под ред. В.К. Крыжановского. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Профессия, 2005. – 248с. ISBN5-93913-093-3.

#### 3.8.3 Перечень методических указаний

б) Сварка полимерных материалов [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Н.И. Иванов. Курск, 2017. – 69 с.

#### 3.8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

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

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

<http://www.rothenberger.ru> – Оборудование и инструмент для монтажа полимерных труб;

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

[www.elibrarv.ru](http://www.elibrarv.ru) – Научная электронная библиотека elibrary.



## 4 СКЛЕИВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

### 4.1 Цель изучения дисциплины

Формирование у студентов базовых знаний по теоретическим основам процессов склеивания, знакомство с современными клеями и применяемыми технологиями, получение практических навыков выполнения работ по склеиванию различных металлических и неметаллических материалов.

### 4.2 Задачи изучения дисциплины

- изучение теоретических основ и тенденций развития процессов выполнения клеевых соединений различных сочетаний металлов и неметаллов;
- изучение существующих способов и технологических приемов выполнения клеевых соединений в машиностроении;
- изучение классификации и характеристик основных типов клеев;
- изучение методов контроля клеев и клеевых соединений.

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

Обучающиеся должны **знать:**

- классификацию способов, теоретические основы и тенденции развития процессов склеивания, свойства клеев, передовой опыт современной отечественной и зарубежной науки и техники в области склеивания металлических и неметаллических материалов;
- инновационные процессы, современные технологии, особенности отечественных и зарубежных клеев для склеивания металлических и неметаллических материалов;
- требования к инновационным технологическим процессам

склеивания деталей и узлов изделий машиностроения из металлических и неметаллических материалов и руководящие материалы для их разработки.

**уметь:**

- сформулировать техническое задание на разработку планов и программ организации инновационной деятельности и оценки инновационных и технологических рисков при внедрении новых технологических процессов склеивания металлических и неметаллических материалов;

- сформулировать техническое задание на разработку инновационных технологических процессов склеивания металлических и неметаллических материалов с учетом современных достижений отечественной и зарубежной науки и инновационной техники;

- разрабатывать инновационные технологические процессы склеивания деталей и узлов изделий машиностроения из металлических и неметаллических материалов с учетом достижений отечественной и зарубежной науки и инновационной техники.

**владеть:**

- методиками разработки планов и программ организации инновационной деятельности и оценки инновационных и технологических рисков при внедрении новых технологических процессов склеивания металлических и неметаллических материалов;

- навыками творческой инициативы, рационализации, изобретательства, способствующими внедрению достижений отечественной и зарубежной науки и инновационной техники в области склеивания металлических и неметаллических материалов;

- навыками разработки инновационных технологических процессов склеивания деталей и узлов изделий машиностроения из металлических и неметаллических материалов с учетом достижений отечественной и зарубежной науки и инновационной техники.

У обучающихся формируются следующие **компетенции:**

умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и моделирования, теоретического и экспери-

ментального исследования (**ОПК-1**);

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

умение учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании (**ПК-5**).

#### 4.4 Содержание лекционного материала

##### Лекция 1.

**Раздел 1: Введение. Возможности и преимущества склеивания металлических и неметаллических конструкций.** Краткий обзор истории развития технологии выполнения клеевых соединений. Роль клеевых соединений в современной технике и перспективы развития.

##### Лекция 2.

**Раздел 2: Теоретические основы процесса склеивания.** Теории адгезии. Силы, обуславливающие адгезию. Механизм адгезии. Реологические явления в клеевом шве. Практические результаты теории адгезии. Напряженное состояние клеевых соединений. Недостатки клеевых соединений.

##### Лекция 3.

**Раздел 3: Технология склеивания.** Конструирование и расчет клеевых соединений. Выбор материалов для клеевого соединения. Подготовка материалов к склеиванию. Нанесение клея. Образование соединения. Факторы, влияющие на прочность соединения. Техника безопасности при работе с клеями.

##### Лекция 4.

**Раздел 4: Типы и свойства клеев.** Классификация клеев. Характеристика основных типов клеев. Клеи на основе реактопластов. Модифицированные клеи. Эластомерные клеи. Клеи на основе термопластов. Торговые марки клеев.

##### Лекция 5.

**Раздел 5: Методы испытаний клеев и клеевых соединений.** Мето-

ды испытаний свойств клеев. Методы испытаний клеевых соединений

Лекция 6.

**Раздел 6: Склеивание металлов.** Основные принципы склеивания металлов. Свойства клеевых соединений металлов. Конструирование клеевых соединений металлов.

Лекция 7.

**Раздел 7: Склеивание пластических масс.** Основные принципы склеивания пластмасс. Свойства клеевых соединений пластмасс. Склеивание различных типов пластмасс.

Лекция 8.

**Раздел 8: Склеивание разнородных материалов.** Свойства и поведение комбинированной клеевой системы. Склеивание металлов с пластмассами. Склеивание металлов с другими материалами. Склеивание пластмасс с другими материалами. Клеевые слоистые конструкции (сэндвичи).

Лекция 9.

**Раздел 9: Применение клеев и клеевых соединений.** Склеивание металлов в промышленности. Склеивание пластмасс в промышленности.

#### 4.5 Лабораторный практикум

Работа №1. Исследование смачиваемости и растекаемости клея по твердой поверхности основных материалов.

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое склеивание?
- 2) В чем отличие процесса склеивания от сварки?
- 3) Что такое смачивание?
- 4) В чем заключается физическая сущность процесса смачивания?
- 5) Что такое адгезия?
- 6) При выполнении какого условия имеет место явление смачивания?
- 7) Что является критерием оценки смачивания?

- 8) От чего зависит величина краевого угла смачивания?
- 9) Что является критерием оценки растекаемости?
- 10) Может ли происходить растекание жидкости по поверхности твёрдого тела без смачивания? Что в этом случае способствует растеканию жидкости?
- 11) Как практически оценивают смачиваемость и растекаемость клея?

Работа №2. Изучение технологических основ проектирования клеевых соединений.

Контрольные вопросы:

- 1) Что входит в задачи конструирования клеевого соединения?
- 2) Что необходимо для правильного решения вопросов конструирования клеевого соединения?
- 3) Почему оценка служебных характеристик соединения и изделия в целом должна проводиться экспериментально?
- 4) Какой тип клеевого соединения является основным и почему? Какие еще типы клеевых соединений нашли применение?
- 5) Почему желательно использовать симметричные нахлесточные клеевые соединения?
- 6) Что необходимо учитывать при выборе величины нахлестки клеевого соединения?
- 7) Назовите недостатки чрезмерно большой нахлестки клеевого соединения.
- 8) Как влияет толщина клеевой пленки на прочность соединения?
- 9) Назовите возможные варианты разрушения клеевого соединения.
- 10) По каким вариантам нагружения производится расчет клеевого соединения?
- 11) Какую роль играет микрогеометрия поверхности субстрата в формировании клеевого соединения?
- 12) Когда и для чего необходимо предусматривать дренаж в элементах клеевого соединения?

13) На чем основан выбор марки клея при проектировании клеевого соединения?

14) Какие дополнительные конструкторские и технологические требования к клеевому соединению может выдвинуть конкретная производственная задача?

Работа №3. Склеивание конструкционных материалов. Оценка прочности клеевого соединения.

Контрольные вопросы:

- 1) Какой процесс называется склеиванием?
- 2) От чего зависит прочность клеевого соединения?
- 3) Что называется адгезией? Что при склеивании является адгезивом?
- 4) Что такое когезия?
- 5) От чего зависит прочность клеевого соединения?
- 6) Достоинства и недостатки клеевых соединений?
- 7) Что входит в состав клеев?
- 8) Особенности клеев горячего отверждения?
- 9) Какие клеи используются для склеивания пластмасс?

Работа №4. Определение механических свойств клеевых соединений металлов.

Контрольные вопросы:

- 1) Достоинства и недостатки клеевых соединений при замене сварки, пайки и заклепочных соединений?
- 2) Какие основные компоненты входят в состав клеев? Что является основой клея?
- 3) Достоинства и недостатки синтетических клеев?
- 4) Каким требованиям должен отвечать клей для выполнения качественного соединения?
- 5) От чего зависит прочность клеевого соединения?
- 6) Какие способы используются для подготовки поверхностей металлов перед склейкой?
- 7) Какие характеристики лежат в основе выбора клеев?
- 8) Технология подготовки металлов перед склеиванием.

Работа №5. Оценка технологических и эксплуатационных свойств клеевой композиции.

Контрольные вопросы:

- 1) Для чего необходимо знание свойств клеевой композиции?
- 2) Почему о свойствах клеевой композиции не всегда можно ориентироваться только на справочные данные и заводскую документацию?
- 3) Что дает входной контроль поступающего клея и его компонентов?
- 4) Как можно разделить все характеристики клеевых композиций?
- 5) Что относится к технологическим характеристикам клеевых композиций?
- 6) Что относится к эксплуатационным характеристикам клеевых композиций?
- 7) Как определяется вязкость клея?
- 8) Каков смысл понятия «жизнеспособность» клея?
- 9) Для чего проводится оценка качества клея по виду и цвету?
- 10) О каких свойствах клея можно судить по результатам механических испытаний?
- 11) Какие методы испытания клеевых соединений используются наиболее часто?

Работа №6. Особенности клеесварных соединений.

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое клеесварные соединения?
- 2) В чем преимущества клеесварных соединений?
- 3) Причины, характер и последствия коррозии сварных соединений, выполненных контактной сваркой?
- 4) Назовите основные технологические варианты получения соединений, их преимущества и недостатки?
- 5) Каковы требования, предъявляемые к клеям?
- 6) Перечислите способы нанесения клея.
- 7) Как наличие клеевой прослойки влияет на режим точечной

сварки?

#### 4.6 Перечень вопросов для текущего контроля по дисциплине

- 1) История развития технологии выполнения клеевых соединений.
- 2) Роль клеевых соединений в современной технике и перспективы развития.
- 3) Теории адгезии.
- 4) Силы, обуславливающие адгезию.
- 5) Механизм адгезии.
- 6) Реологические явления в клеевом шве.
- 7) Практические результаты теории адгезии.
- 8) Напряженное состояние клеевых соединений.
- 9) Достоинства и недостатки клеевых соединений.
- 10) Конструирование и расчет клеевых соединений.
- 11) Выбор материалов для клеевого соединения.
- 12) Подготовка материалов к склеиванию.
- 13) Способы нанесения клея.
- 14) Образование клеевого соединения.
- 15) Факторы, влияющие на прочность клеевого соединения.
- 16) Техника безопасности при работе с клеями.
- 17) Классификация клеев.
- 18) Характеристика основных типов клеев.
- 19) Клеи на основе реактопластов.
- 20) Модифицированные клеи.
- 21) Эластомерные клеи.
- 22) Клеи на основе термопластов.
- 23) Торговые марки клеев.
- 24) Методы испытаний свойств клеев.
- 25) Методы испытаний клеевых соединений.
- 26) Основные принципы склеивания металлов.
- 27) Свойства клеевых соединений металлов.
- 28) Конструирование клеевых соединений металлов.
- 29) Основные принципы склеивания пластмасс.



- 30) Свойства клеевых соединений пластмасс.
- 31) Склеивание различных типов пластмасс.
- 32) Свойства и поведение комбинированной клеевой системы.
- 33) Склеивание металлов с пластмассами.
- 34) Склеивание металлов с другими материалами.
- 35) Склеивание пластмасс с другими материалами.
- 36) Клеевые слоистые конструкции (сэндвичи).
- 37) Склеивание металлов в промышленности.
- 38) Склеивание пластмасс в промышленности.

#### 4.7 Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест по разделу 2 лекционного материала «Теоретические основы процесса склеивания»:

**Какие факторы не способствуют получению прочного клеевого соединения:**

- А) концентрация напряжений в клеевом соединении.
- Б) применение растворителей с низким поверхностным натяжением.
- В) применение клеев с низкой вязкостью.
- Г) повышение температуры и увеличение продолжительности контакта.
- Д) использование давления.

Вопросы собеседования по разделу 5 лекционного материала «Методы испытаний клеев и клеевых соединений»

- 1) Испытания клеевых соединений при неравномерном и равномерном отрыве.
- 2) Испытания клеевых соединений при сдвиге.
- 3) Методы определения адгезионной прочности клеевых соединений.
- 4) Усталостные испытания клеевых соединений.
- 5) Неразрушающие испытания клеевых соединений.
- 6) Характер разрушения клеевых соединений.

Возможные темы рефератов по дисциплине:

- 1) Прогнозирование сроков службы клеевых соединений.
- 2) Долговечность клеевых соединений.
- 3) Виды напряжений в клеевом соединении.
- 4) Клеи на основе терморепактивных смол.
- 5) Клеи на основе термопластичных полимеров
- 6) Оценка технологических и эксплуатационных свойств клеевой композиции.

#### 4.8 Библиографический список по дисциплине

##### 4.8.1 Основная учебная литература

1) Кузнецов, В.Г. Технология неразъемных соединений [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Кузнецов, Ф.А. Гарифуллин; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2012. - 144 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258423>

##### 4.8.2 Дополнительная учебная литература

2) Справочник сварка полимеров и склеивание материалов. – М.: Центр промышленного маркетинга, 2004. – 403 с.

3) Сварка, пайка, склейка и резка металлов и пластмасс. 3-е изд.: Справ. изд. / Под ред. Ноймана А., Рихтера Е.: Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1985. – 480 с.

4) Ковачич Л. Склеивание металлов и пластмасс. / Пер. со словац. Под ред. А.С. Фрейдина – М.: Химия, 1985. – 240 с.

##### 4.8.3 Перечень методических указаний

5) Склеивание металлических и неметаллических конструкций [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост. Н.И. Иванов. – Курск: ЮЗГУ, 2017. – 51 с.

##### 4.8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке универ-

ситета:

- 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

<http://www.twirpx.com/file/1021350/> – Склеивание металлических и неметаллических материалов. Типовые технологические операции;

<http://www.mirsmazok.ru/blogs/modules.php?name=articles&id=942> – Техника склеивания металлов;

[http://alexfl.pro/inform/inform\\_klei6.html](http://alexfl.pro/inform/inform_klei6.html) – Клеи конструкционные;

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

[www.elibrarv.ru](http://www.elibrarv.ru) – Научная электронная библиотека elibrary.