

ГБОУ СПО (ССУЗ) «Троицкий технологический техникум»

## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Методические указания и контрольные задания  
для студентов заочной формы обучения  
ГБПОУ «Троицкий технологический техникум»  
по специальности: 23.02.03.Техническое обслуживание и ремонт  
автомобильного транспорта

г. Троицк 2016

## Содержание

Пояснительная записка	4
1 Содержание дисциплины	6
2 Задание для контрольной работы	19
3 Перечень практических и лабораторных работ	31
4 Вопросы для подготовки к экзамену	32
Перечень рекомендуемой литературы	34

## Пояснительная записка

Курс дисциплины «Материаловедение» состоит из «Введения» и серии разделов: «Производство чугуна и стали», «Строение и механические свойства металлов», «Теория сплавов, диаграммы состояния двойных сплавов», «Термическая обработка металлов», «Конструкционные материалы в машиностроении», «Инструментальные материалы», «Коррозия металлов и меры борьбы с ней», «Способы обработки материалов».

В условиях нового развития производства, современных рыночных отношениях меняется не только характер экономической и производственной деятельности предприятия, но и требования к специалистам. Поэтому в результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:* В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- строение и свойства машиностроительных материалов;
- методы оценки свойств машиностроительных материалов;
- области применения материалов;
- классификацию и маркировку основных материалов;
- методы защиты от коррозии;
- способы обработки материалов.

*уметь:* В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения;
- выбирать способы соединения материалов;
- обрабатывать детали из основных материалов.

Изучение программы учебной дисциплины по каждой теме должно способствовать формированию у студента нового мнения о роли металла в развитии науки и техники.

Изучение программы учебной дисциплины по каждой теме должно способствовать формированию у студента нового мнения о роли металла в развитии науки и техники.

Дисциплина «Материаловедения» основывается на знаниях полученных студентами при изучении дисциплины «Химия» и «Физика»

В содержании учебной дисциплины по каждой теме приведены требования к формируемым представлениям, знаниям, навыкам и умениям.

Работать над курсом «Материаловедение» рекомендуется в следующем порядке:

- 1 Самостоятельно изучить по рекомендуемой литературе теоретические вопросы курса в соответствии с методическими указаниями.
- 2 Ответить на вопросы самоконтроля
- 3 Выполнить контрольную работу
- 4 Подготовиться к экзамену

Одной из основных форм учебной самостоятельной работы студентов в межсессионный период и промежуточной формой контроля является домашняя контрольная работа. По дисциплине «Материаловедение», согласно учебному плану, студенты заочной формы обучения должны выполнить одну домашнюю работу. Задания для домашней работы составлены в 10 вариантах. Каждый вариант предусматривает письменный ответ на теоретические вопросы и выполнения практических заданий.

Домашняя контрольная работа должна быть выполнена в срок, указанный в учебном графике и сдана в учебную часть не позднее чем за две недели до начала лабораторно-экзаменационной сессии.

Домашние контрольные работы выполняются в отдельной тетради от руки или с применением средств ПЭВМ в скоросшивателе. На контрольную работу наклеивается титульный лист. (Контрольная работа по учебной дисциплине «Материаловедение» Выполнил студент группы 101(з) Специальность 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта»)

При выполнении контрольной работы студент должен предусмотреть поля (15-20 мм) для заметок преподавателя при рецензировании. Последовательность выполнения задания студент может изменить, но обязан выполнить все задания по своему варианту.

При выполнении каждого задания ставится номер вопроса, согласно своему варианту, приводится полностью задание, а затем дается полный ответ.

### **ВАРИАНТ ВЫБИРАЕТСЯ ПО ПОСЛЕДНЕЙ ЦИФРЕ ЗАЧЁТНОЙ КНИЖКИ!!!**

В конце домашней контрольной работы приводится перечень использованной литературы.

Выполненная контрольная работа сдается секретарю заочного отделения, регистрируется в ведомости (журнале) и в трехдневный срок передается преподавателю на рецензирование.

Контрольная работа, признанная рецензентом «удовлетворительно», оценивается словом «зачтено».

Контрольная работа, в которой студентом не раскрыто основное содержание вопросов задания или в которой имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в выполнении практических заданий и т.д. не засчитывается и возвращается студенту с подробной рецензией для дальнейшей работы над учебным материалом.

Повторное выполнение домашней контрольной работы производится в той тетради, без переписывания правильно выполненной части задания.

Повторно выполненная домашняя контрольная работа должна направляться преподавателю, который проверял работу в первый раз. Рецензирование вторично выполненной контрольной работы проводится в общем порядке.

Контрольная работа, выполненная небрежно, неразборчивым почерком, а также не по заданному варианту, возвращается студенту с указанием причин возврата.

Согласно учебного плана, студенты заочного отделения по дисциплине «Материаловедение» выполняют практические и лабораторные работы. Все работы выполняются в период сессии.

Формой промежуточного контроля знаний является экзамен.

## Введение

Содержание дисциплины и ее задачи. Связь с другими дисциплинами. Значение материаловедения в решении важнейших технических проблем. Новейшие достижения и перспективы развития в области материаловедения.

### Раздел 1 Производство чугуна и стали.

#### Тема 1.1 Производство чугуна и стали.

Исходные материалы для получения чугуна. Железные руды. топливо. Флюсы. Понятие о шахте. Доменная печь, ее назначение и устройство. Доменный процесс, основные химические реакции. Продукты доменного производства: чугуны, шлак, доменный газ.

#### Тема 1.2 Производство стали.

Сущность процесса передела чугуна в стали. Современные способы получения стали. Производство стали в конвертерах. Устройство конвертера. Производство стали в мартеновской печи. Сущность мартеновского процесса. Разливка стали.

Вопросы для самоконтроля.

- 1 Выплавка стали в конвертерах?
- 2 Выплавка стали в мартеновских печах?
- 3 Выплавка стали в дуговых электрических печах?
- 4 Выплавка стали в индукционных электрических печах?
- 5 Разливка стали?
- 6 Строение стального слитка?

### Раздел 2 Строение и механические свойства металлов.

Тема 2.1 Строение и кристаллизация металлов механические свойства металлов.

Аморфные и кристаллические вещества. Кристаллическое строение металлов. Элементарные кристаллические решетки. Реальное строение металлических кристаллов. Анизотропия и полиморфизм.

Основные механические свойства металлов. Испытание металлов на растяжение. Диаграмма растяжения металлов. Твердость металлов. Определение твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу.

Ударная вязкость металлов.

Лабораторная работа 1. « Испытание металлов на твёрдость»

Вопросы для самоконтроля.

- 1 Испытание металлов на растяжение?
- 2 Испытание металлов на ударную вязкость.
- 3 Как определяется твердость металла?
- 4 Что называется анизотропией?
- 5 Какие вещества являются аморфными и кристаллическими?
- 6 Как можно определить твердость металла?
- 7 Испытание металла на твердость по Бринеллю.
- 8 Испытание металла на твердость по Роквеллу.
- 9 Испытание металла на твердость по Виккерсу.
- 10 Кристаллическое строение металлов.

### Раздел 3 Теория сплавов, диаграммы состояния двойных сплавов.

#### Тема 3.1 Основные сведения о сплавах.

Сплавы как сложные тела, получаемые путем сплавления, спекания и др. Структурные образования при кристаллизации сплавов: твердые растворы, химические соединения, механические смеси. Определение терминов: система, компонент, фаза.

#### Вопросы для самоконтроля.

- 1 Кристаллическое строение металлов.
- 2 Что такое система, компонент, фаза?
- 3 Какие структурные образования происходят при кристаллизации сплавов?
- 4 Что такое химическое соединение?
- 5 Дать определение механической смеси?
- 6 Какие сплавы получают путем сплавления?

#### Тема 3.2 Диаграммы состояния сплавов.

Понятия о диаграммах состояния сплавов для случая механической смеси двух компонентов. Диаграмма состояния сплавов для случая неограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии.

Диаграмма состояния сплавов для случая образования компонентами химического соединения.

#### Вопросы для самоконтроля.

- 1 Каких типов бывают диаграммы?
- 2 Дать понятие диаграммы 1 типа.
- 3 Диаграмма состояния сплавов для случая механической смеси двух компонентов.
- 4 Диаграмма состояния сплавов для случая неограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии.

#### Тема 3.3 Диаграмма состояния железо-цементит.

Фазы в системе железо-цементит. Диаграмма состояния железо-цементит. Превращения в сталях и чугунах при нагреве и охлаждении. Первичная и вторичная кристаллизация. Классификация сплавов по диаграмме состояния.

## Лабораторная работа 2. « Микроанализ структуры стали »

Вопросы для самоконтроля.

1. Дать определение линии ликвидуса и солидуса?
2. Показать на диаграмме где находится линия эвтектики?
3. Построить кривые охлаждения.
4. Кривая охлаждения железа и его модификация.
5. Механические смеси в сплавах железа с углеродом (ледебурит и перлит), их определение и свойства.
6. Превращения происходящие в стали при ее медленном охлаждении из расплавленного состояния.
7. Превращения происходящие в чугуне при ее медленном охлаждении из расплавленного состояния.

## Раздел 4 Термическая обработка металлов.

Тема 4.1 Основы теории термической обработки стали.

Термические предпосылки возможности термической обработки сплавов. Термическая обработка как метод изменения структуры и свойства сплавов.

Превращения, происходящие в стали при нагреве. Превращения перлита в аустенит. Критическая скорость закали. Отпуск стали.

Вопросы для самоконтроля.

- 1 Что такое термическая обработка стали?
- 2 Какие превращения происходят в стали при термической обработке?
- 3 Какая скорость закали является критической?
- 4 Какое влияние оказывает скорость охлаждения на структуру стали?
- 5 Что такое отпуск стали?
- 6 Каких видов бывает отпуск?

Тема 4.2 Технология термической обработки стали.

Отжиг стали. Виды отжига и их назначение. Отжиг 1 рода и 2 рода.

Нормализация стали. Особенности проведения термообработки. Структура стали.

Закалка стали. Сущность и назначение. Нагрев. Выбор температуры нагрева при закалке. Охлаждающие среды.

Отпуск стали. Назначение отпуска. Улучшение стали. Разновидности отпуска.



Лабораторная работа 3. Проведение отжига, нормализации и закалки стали.

Вопросы для самоконтроля.

- 1 Отжиг стали, его разновидности.
- 2 Охлаждающие среды при закалке.
- 3 Что такое отжиг первого рода, отжиг второго рода?
- 4 Какой режим выбирается при нагреве под закалку углеродистых сталей?
- 5 Закалка стали.

Тема 4.3 Химико-термическая обработка стали.

Сущность и назначение химико-термической обработки. Процессы, протекающие при химико-термической обработке – диссоциация, адсорбция, диффузия.

Цементация стали. Назначение и виды цементации. Цементация твердым и газообразным карбюратором. Микроструктура цементованного слоя. Стали для цементации.

Азотирование стали: сущность и назначение. Стали для азотирования. Структура и свойства азотированных поверхностей.

Цианирование и нитроцементация стали, назначение. Режимы цианирования и нитроцементации.

Вопросы для самоконтроля.

- 1 Что такое химико-термическая обработка?
- 2 Дать определение цементации?
- 3 Что такое азотирование стали?
- 4 Какой температурный режим назначается при цианировании стали?
- 5 Сущность химико-термической обработки.
- 6 Какие стали подвергаются азотированию?
- 7 Какая будет микроструктура цементованного слоя?

Раздел 5 Конструкционные материалы в машиностроении.

Тема 5.1 Влияние на сталь углерода и постоянных примесей. классификация и маркировка углеродистых сталей.

Характеристика сталей. Влияние на свойства стали углерода, марганца, кремния, серы и фосфора.

Классификация сталей по назначению, по качеству.

Маркировка сталей.

Вопросы для самоконтроля.

- 1 Влияние на свойства стали углерода?
- 2 Как влияют примеси на свойства стали?
- 3 Как маркируются стали?
- 4 Марки углеродистых сталей и их расшифровка.

Тема 5.2 Конструкционные и инструментальные стали.

Предъявляемые требования к конструкционным сталям. строительные стали, листовая сталь для холодной штамповки, цементуемые и улучшаемые стали. Пружинно-рессорные стали. Марки, химический состав, назначение, термическая обработка, свойства.

Требования предъявляемые к инструментальным сталям. Стали для режущего инструмента. Стали для инструмента холодного деформирования и измерительного инструмента. Марки, химический состав, термическая обработка и свойства.

Вопросы для самоконтроля.

1. Где применяются конструкционные стали?
2. Каким требованиям должны отвечать конструкционные стали?
3. Дать характеристику инструментальным сталям?
4. Какое требование предъявляется к инструментальным сталям?
5. Какие стали используются для режущего инструмента?
6. Маркировка пружинно-рессорных сталей?

Тема 5.3 Чугуны.

Характеристика чугунов, их расположение и классификация по диаграмме Fe-FeC.

Влияние на свойства чугуна углерода, марганца, кремния, серы и фосфора.

Классификация чугунов по химическому составу, структуре и назначению.

Область применения чугунов.

Лабораторная работа 4.

Вопросы для самоконтроля.

1. Маркировка чугунов и их расшифровка.
2. Как влияет углерод на свойства чугуна?
3. Какое влияние оказывают на чугун марганец, кремний, сера?
4. Как располагаются и классифицируются чугуны согласно диаграмме Fe-FeC.
5. Структура чугунов?

6. В каких условиях работают детали из чугуна?

7. Область применения чугунов?

#### Тема 5.4 Легированные стали.

Влияние легирующих элементов на аллотропические превращения в стали. Классификация легированных сталей по качеству, химическому составу, назначению. Маркировка.

##### Вопросы для самоконтроля.

1. Влияние легирующих элементов на свойства стали?
2. Классификация легированных сталей.
3. Как влияют легирующие элементы на аллотропические превращения в стали?
4. Как классифицируются легированные стали по химическому составу, назначению?
5. Маркировка.

#### Тема 5.5 Легированные конструкционные и инструментальные стали.

Конструкционные легированные стали. Цементуемые и улучшаемые стали. Пружинно-рессорные стали. Шарикоподшипниковые и автоматные. Стали для измерительного инструмента. Стали для штампового инструмента. Быстрорежущие стали. Марки, химический состав, назначение, термическая обработка, свойства.

##### Вопросы для самоконтроля.

1. Применение легированных конструкционных сталей?
2. Какими свойствами обладают коррозионостойкие стали?
3. Маркировка инструментальных сталей.
4. Какую термическую обработку применяют для инструментальных сталей?
5. Какие стали применяются для штампового инструмента?

#### Тема 5.6 Медь и ее сплавы.

Производство меди. Медные руды и их переработка. Обогащение руд. Раджирование меди.

Марки меди, ее свойства и применение. Влияние примесей на свойства меди.

Сплавы меди. Латунь. Влияние цинка на свойства латуни. маркировка латуней. Специальные латуни. Марки, химический состав, назначение латуней.

Бронза. Общая характеристика и маркировка бронз. Оловянные бронзы. Влияние олова на свойства бронзы. Марки, химический состав и назначение оловянных бронз. Безоловянные бронзы. Марки, химический состав, обработка, свойства и назначение безоловянных бронз.

Вопросы для самоконтроля.

1. Каким методом получают медь?
2. Какие сплавы на основе меди?
3. Маркировка меди и ее применение.
4. Влияние примесей на свойства меди?
5. Как влияет цинк на свойства латуни?
6. Маркировка латуней.

Тема 5.7 Алюминий и его сплавы.

Производство алюминия.

Алюминий, его свойства и область применения в промышленности. Маркировка алюминия. Влияние примесей на свойства алюминия.

Алюминиевые сплавы. Подразделение сплавов на деформируемые и литейные.

Дюралюмины, их химический состав, маркировка и область применения.

Вопросы для самоконтроля.

1. Способы получения алюминия.
2. Какое сырье применяется для производства алюминия.
3. Каким способом получают алюминий?
4. Что такое рафинирование алюминия?
5. Какими свойствами обладает алюминий?
6. Где применяют алюминий.
7. Что относится к алюминиевым сплавом?
8. Что такое дюралюмины –их химический состав, маркировка, область применения.
9. Дать характеристику силумины .
10. Где применяются силумины?
11. Как влияют примеси на свойства алюминия?

Тема 5.8 Титан и его сплавы.

Распространение титана в природе. Руды титана. Титан и его свойства. Преимущества титана перед другими металлами. Химический состав, свойства и применение технического титана.

Титановые сплавы. Влияние легирующих элементов на свойства сплавов. Маркировка, химический состав и использование титановых сплавов в различных отраслях промышленности.

Вопросы для самоконтроля.

1. Какими свойствами обладает титан?
2. Где применяют титан?
3. Какие сплавы основываются на титане?
4. Какие преимущества у титана перед другими металлами?
5. Что такое термический титан?
6. Маркировка титановых сплавов.
7. Как влияют легирующие элементы на свойства сплавов?

Раздел 6 Инструментальные материалы.

Тема 6.1 Твердые сплавы.

Твердые сплавы. Характеристика и классификация твердых сплавов. Стенение твердых сплавов. Особенности их производства. маркировка, химический состав и область применения твердых сплавов.

Вопросы для самоконтроля.

1. Какие сплавы являются твердыми?
2. Способы получения твердых сплавов?
3. Где применяются твердые сплавы?
4. Какие сплавы являются спеченными?
5. Особенности применения твердых сплавов.
6. Какой инструмент изготавливают из твердых сплавов?

Тема 6.2 Инструментальные стали.

Инструментальные стали. Характеристика и классификация. Стали для режущего инструмента. Быстрорежущие стали. Состав, свойства, маркировка, термообработка. Стали для штампового инструмента. Область применения.

Вопросы для самоконтроля.

1. Какие стали применяются для производства штампового инструмента?
2. В каких условиях работают стали – для режущего инструмента?
3. Маркировка инструментальных сталей.
4. Какую термообработку применяют для быстрорежущих сталей?
5. Область применения инструментальных сталей?

## Раздел 7. Коррозия металлов и меры борьбы с ней.

### Тема 7.1 Коррозия металлов.

### Тема 7.2 Меры борьбы с коррозией.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что такое коррозия?
2. Какие причины вызывают коррозию?
3. Какие виды коррозии вы знаете?
4. Какими способами можно защитить металл от коррозии?

## Раздел 8 Способы обработки металлов.

### Тема 8.1 Общие сведения.

#### Тема 8.1.1 Литейное производство.

Схема технологического процесса получения отливок. классификация способов получения литых заготовок. Точность литых заготовок. чистота поверхности отливок. Литейные сплавы и их технологические свойства. Литейные свойства.

Вопросы для самоконтроля.

1. Какая технология используется для получения отливок?
2. Схемы технологического процесса получения литых отливок?
3. Что такое жидкотекучесть?
4. Что такое ликвация?
5. Каким образом в отливках образуются трещины?
6. Какие сплавы являются литейными?

#### Тема 8.1.2 Изготовление отливок в разовых формах.

Понятие о способах изготовления разовых форм. Формовка. Модели опоки.

Лабораторная работа №4 «Микроанализ чугунов. Микроанализ сталей после закалки.»

Вопросы для самоконтроля.

1. Какими способами изготавливаются разовые формы?
2. Что такое формовка?
3. Технология получения литой заготовки?
4. Что такое литейные модели?
5. Как приготавливают формовочные и стержневые смеси?

### Тема 8.1.3 Изготовление отливок в многократных формах.

Литье в кокиль. Оборудование для литья в кокиль. Достоинства и недостатки метода.

Центробежное литье. Оборудование. Типы литья и область применения. Достоинства и недостатки метода.

Литье под давлением. Классификация способов. Устройство машины для литья. Достоинства и недостатки метода.

Литье по выполняемым моделям. Последовательность операций при получении отливок.

Вопросы для самоконтроля.

1. Литье в кокиль.
2. Какие недостатки метода литья в кокиль вы знаете?
3. Что такое центробежное литье?
4. Какое оборудование применяется центробежного литья?
5. Область применения центробежного литья?
6. Технологический процесс получения отливок.

### Тема 8.2 Основные сведения из теории обработки металлов давлением.

Физическая сущность пластической деформации и факторы, влияющие на пластичность металла. Влияние холодной и горячей пластической деформации на структуру и свойства металла. Основные законы пластической деформации.

Вопросы для самоконтроля.

1. В чем сущность пластической деформации?
2. Какие факторы влияют на пластичность металла?
3. Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства металла?
4. Назовите основные законы пластической деформации?
5. Нагревательные устройства.
6. Какой температурный интервал используется для обработки металла давлением?

### 8.2.2 Прокатное производство.

Сущность процессов прокатки и прокатные станки. Классификация прокатных станков по числу и расположению рабочих клетей, по назначению.

### Тема 8.2.3 Волочение и прессование.

Сущность процесса волочения. Инструмент для волочения. волочилынные станки. Изделия получаемые при волочении.

Прессование. Оборудование и инструмент для прессования. прямой и обратный метод прессования.

Вопросы для самоконтроля.

1. В чем сущность процесса прокатки.
2. Назовите основные виды прокатки?
3. Какое оборудование используется для прокатки?
4. Сущность процессов волочения и прессования?
5. Оборудование для волочения и прессования.
6. Какие изделия получают при волочении?

Тема 8.2.4 Свободная ковка.

Значение свободнойковки и область применения. Основные операции и технологический процессковки. Ручная и механическая ковка. кузнечный инструмент. Операцииковки: осадка, высадка, протяжка, протирка, промывка, чистка, раскатка, сварка.

Оборудование дляковки. Пневматические и паровоздушные молоты. Гидравлические ковочные прессы.

Тема 8.2.5 Штамповка.

Горячая объемная штамповка. Сущность процесса. Преимущество штамповки перед свободойковкой. Штамповка на молотах, кривошипных горячештамповочных прессах, горизонтально-ковочных машинах и гидравлических прессах.

Холодная штамповка. Холодная листовая штамповка и холодное выдавливание. Штампы и материалы для их изготовления.

Вопросы для самоконтроля.

1. В чем сущность свободнойковки?
2. Основные операции и технологический процессковки.
3. Какое оборудование используется при свободнойковке?
4. Что такое осадка, высадка, протяжка, пробивка, промывка, чистка.
5. Сущность процесса штамповки?
6. В чем преимущество штамповки перед свободнойковкой?
7. Что такое холодная штамповка?

Тема 8.3 Сварочное производство.

Тема 8.3.1 Электродуговая и контрактная сварка металлов.

Физические основы сварки. Основные способы сварки: пламенем и давлением. Типы сварочных соединений.

Электродуговая сварка металлов. Сущность процесса. Применяемые электроды.

Вопросы для самоконтроля.



1. В чем сущность электродуговой и контактной сварки.
2. Физический смысл электродуговой сварки?
3. Оборудование для электродуговой сварки?
4. Какие электроды применяются для электродуговой сварки?
5. В чем сущность контактной электрической сварки?
6. Какие разновидности контактной сварки бывают?
7. Что такое электрошлаковая сварка?

Тема 8.3.2 Газовая сварка и резка металлов.

Газы, применяемые при сварке Сварочное ацетилено-кислородное пламя.

Технология газовой сварки. Сущность и назначение кислородной резки, область применения.

Вопросы для самоконтроля.

1. В чем сущность газовой сварки?
2. Какие газы применяются при сварке?
3. Технология газовой сварки?
4. Какая сварка применяется для углеродистых сталей?

Тема 8.4 Обработка металлов резанием.

Тема 8.4.1 Токарная обработка.

Поверхности в токарной обработке. Геометрия резца. Углы, плоскости и поверхности резца.

Вопросы самоконтроля.

1. Подготовка поверхности к токарной обработке.
2. Какая скорость резания и глубина резания при токарной обработке?
3. Токарные станки, типы.

Тема 8.4.2 Фрезерная обработка.

Движение рабочих органов станка. Схема фрезерования. инструмент и оборудование для фрезерования.

Тема 8.4.3 Сверление.

Классификация видов обработки. Инструмент для сверления, зенкерование, развертывания.

Оборудование для сверлильных и расточных работ.

Вопросы для самоконтроля.

1. Какие способы фрезерования вы знаете?
2. Инструмент для фрезерования.
3. Схема фрезерования.

4. Оборудование для сверлильных и расточных работ.
5. Инструмент для сверления, зенкерования и развертывания.
6. Классификация видов обработки.

Тема 8.4.4 Стругание и протягивание.

Схема обработки. Резцы для стругания требования к ним. инструмент и оборудование для протягивания.

Тема 8.4.5 Шлифования.

Классификация видов шлифования. Схема обработки. шлифовальные круги, маркировка. Шлифовальные станки, общее устройство.

Вопросы для самоконтроля.

1. Для чего применяется стругание и протягивание?
2. Схема обработки струганием.
3. Какие резцы применяются для стругания.
4. Инструмент применяемый для протягивания.
5. Где применяется шлифование?
6. Классификация видов шлифования?
7. Какие станки применяются для шлифования?
8. Схема шлифования.

## 2. Задания для домашней контрольной работы.

### Вариант 1

1. Доменное производство. Основные исходные материалы для получения чугуна в доменной печи. Обогащение руд.
2. Кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток.
  - 2.1 Основные сведения из теории сплавов. Понятие о компоненте, фазе, системе.
3. Испытание металлов на растяжение. Диаграмма растяжения. определение предела прочности.
4. Основы термообработки стали. Превращение в стали при нагреве.
5. Технический титан и его сплавы.
6. Пластические массы. Форма молекул полимеров.
7. Задание:

Начертите диаграмму состояния сплавов железа с углеродом. Покажите на ней структуры по всем зонам, а также характерные линии (ликвидус, солидус, критические точки  $A, A_{ст}$ ). Справа от диаграммы постройте кривую медленного охлаждения от  $1600$  до  $600^\circ$  сплава с заданным содержанием углерода. Опишите превращения, происходящие в заданном сплаве, и охарактеризуйте скорость его охлаждения на каждом участке кривой. Дайте определение всем образующимся по ходу охлаждения структурам.

Содержание углерода  $6,5\%$ .

### 8. Задание:

Укажите назначение, определите температуры нагрева, время прогрева, скорость охлаждения и охлаждающие среды для:

- отжига;
- нормализации;
- закалки;
- отпуска стали.

Из углеродистой стали У13 толщина детали  $20$  мм.

Ответы должны быть составлены в форме таблицы 1.

Таблица 1

Вид термообработки	Назначение термообработки	Температура нагрева $^\circ\text{C}$	Время нагрева, мин	Охлаждение	
				среда	скорость
Отжиг					
Нормализация					
Закалка на сорбит					
Закалка на тростит					
Низкий отпуск					
Средний отпуск					
Высокий отпуск					

9. Расшифруйте марки и укажите назначение конструкционных материалов. 12X18H9; 18Г2С; 40Х

10 Подберите марку сплава (материала) для:  
-хирургического инструмента;

- радиаторной трубки;
- крышка водопроводного люка;
- прессформы для литья под давлением;
- облегченных металлических оконных рам;
- стальной формы моста с применением сварки;
- вкладышей подшипников в двигателе автомобиля;
- заднего фонаря легкового автомобиля.

## Вариант 2

1. Доменное производство. Выплавка чугуна. Физико-химические процессы плавки.

2. Кристаллическое строение металлов. Реальное строение металлических кристаллов.

2.1 Основные сведения из теории сплавов. Понятие о твердом растворе. Твердые растворы замещения и внедрения.

3. Испытание металлов на твердость. Определение твердости по Бринеллю.

4. Основы термообработки стали. Превращение в стали при охлаждении.

5. Алюминиевые сплавы, их маркировки и применение.

6 Пластические массы. Их агрегатные состояния. Термопластичность и терморреактивность.

7. Задание:

Начертите диаграмму состояния сплавов железа с углеродом. Покажите на ней структуры по всем зонам, а также характерные линии (ликвидус, солидус, критические точки А, Аст). Справа от диаграммы постройте кривую медленного охлаждения от 1600 до 600 ° сплава с заданным содержанием углерода. Опишите превращение, происходящие в заданном сплаве, и охарактеризуйте скорость его охлаждения на каждом участке кривой. Дайте определение всем образующимся по ходу охлаждения структурам.

Содержание углерода 5,5%.

8. Задание:

Укажите назначение, определите температуры нагрева, время прогрева, скорость охлаждения и охлаждающие среды для:

-отжига;

-нормализации;

-закалки;

-отпуска стали.

Из углеродистой стали У11 толщина детали 60 мм.

Ответы должны быть составлены в форме таблицы 1.

Таблица 1

Вид термообработки	Назначение термообработки	Температура нагрева °С	Время нагрева, мин	Охлаждение	
				среда	скорость
Отжиг					
Нормализация					
Закалка на сорбит					
Закалка на тростит					
Низкий отпуск					
Средний отпуск					
Высокий отпуск					

9. Расшифруйте марки и укажите назначение конструкционных материалов. 12Х13; 9Г2; 70С2ХА.

10. Подберите марку сплава (материала) для:

-клапана вентиля, работающего в сточных водах;

- диски и лопатки, авиационных газовых трубок;
- лезвия безопасной бритвы;
- инструмента для обработки резанием сталей с твердостью 45HRC;
- часовой пружины;
- высокопрочной арматуры для железобетонной конструкции;
- вкладыш подшипника скольжения;
- прокладки, стойкой ко всем агрессивным средам.

### Вариант 3

1. Доменный процесс. Основные реакции. Устройство доменной печи.
2. Строение вещества. Аморфные и кристаллические тела. Антропия и энтропия.
  - 2.1 Основные сведения из теории сплавов. Понятие о механической смеси.
3. Испытание на растяжение. Диаграмма растяжения. Определение предела текучести.
4. Основы термообработки стали. Превращения аустенита при непрерывном охлаждении с разными скоростями.
5. Медные сплавы, их маркировка и применение.
6. Пластические массы. Компоненты, входящие в состав пластмасс.
7. Задание:

Начертите диаграмму состояния сплавов железа с углеродом. Покажите на ней структуры по всем зонам, а также характерные линии (ликвидус, солидус, критические точки А, Аст). Справа от диаграммы постройте кривую медленного охлаждения от 1600 до 600 ° сплава с заданным содержанием углерода. Опишите превращение, происходящие в заданном сплаве, и охарактеризуйте скорость его охлаждения на каждом участке кривой. Дайте определение всем образующимся по ходу охлаждения структурам.

Содержание углерода 4,3%.

#### 8. Задание:

Укажите назначение, определите температуры нагрева, время прогрева, скорость охлаждения и охлаждающие среды для:

- отжига;
- нормализации;
- закалки;
- отпуска стали.

Из углеродистой стали У10 толщина детали 40 мм.

Ответы должны быть составлены в форме таблицы 1.

Таблица 1

Вид термообработки	Назначение термообработки	Температура нагрева °С	Время нагрева, мин	Охлаждение	
				среда	скорость
Отжиг					
Нормализация					
Закалка на сорбит					
Закалка на тростит					

Низкий отпуск					
Средний отпуск					
Высокий отпуск					

9. Расшифруйте марки и укажите назначение конструкционных материалов. 38ХМЮА; 60С2; Р10К5Ф5.

10 Подберите марку сплава (материала) для:

- корпусов наручных часов;
- изделий домашнего обихода;
- напильников;
- корпуса редуктора лифта;
- хирургического инструмента;
- рычаг сельскохозяйственной машины изготовленного холодной штамповкой.

#### Вариант 4

1. Продукция доменного производства и ее использование в промышленности.

2. Кристаллическое строение металлов. Реальное строение металлических кристаллов.

2.1 Основные сведения из теории сплавов. Понятие о химическом соединении.

3. Испытание металлов на твердость. Определение твердости по Роквеллу.

4. Основы термообработки стали. Превращение мартенсита при нагреве (отпуск стали).

5. Конструкционные углеродистые и легированные стали общего назначения, их состав, маркировка, применение.

6. Пластические массы. Основные свойства пластмасс.

7. Задание:

Начертите диаграмму состояния сплавов железа с углеродом. Покажите на ней структуры по всем зонам, а также характерные линии (ликвидус, солидус, критические точки А, Аст). Справа от диаграммы постройте кривую медленного охлаждения от 1600 до 600 ° сплава с заданным содержанием углерода. Опишите превращение, происходящие в заданном сплаве, и охарактеризуйте скорость его охлаждения на каждом участке кривой. Дайте определение всем образующимся по ходу охлаждения структурам.

Содержание углерода 3,5%.

8. Задание:

Укажите назначение, определите температуры нагрева, время прогрева, скорость охлаждения и охлаждающие среды для:

- отжига;
- нормализации;
- закалки;
- отпуска стали.

Из углеродистой стали У9 толщина детали 20 мм.  
 Ответы должны быть составлены в форме таблицы 1.

Таблица 1

Вид термообработки	Назначение термообработки	Температура нагрева °С	Время нагрева, мин	Охлаждение	
				среда	скорость
Отжиг					
Нормализация					
Закалка на сорбит					
Закалка на тростит					
Низкий отпуск					
Средний отпуск					
Высокий отпуск					

9. Расшифруйте марки и укажите назначение конструкционных материалов. 09Г2; У12А; ХВ5.

10. Подберите марку сплава (материала) для:

-заготовки шестерни для мощного крана, работающей при нагрузке и нагреве;

-выпускного клапана автомобильного двигателя;

-облегченного кузова вагона;

-рессоры легкового автомобиля;

-цементуемой шестерни коробки передач автомобиля;

-режущего инструмента для черновой и чистовой обработки;

-облицовки и трубопроводов гальванических ванн.

Вариант 5

1. Производство стали. Конверторный способ передела чугуна.

2. Кристаллизация металлов. Температура кристаллизации. Степень переохлаждения. Свободная энергия.

2.1 Связь между свойствами сплавов и диаграммами их состояния.

3. Испытание на растяжение. Диаграмма растяжения. Определение предела упругости.

4. Технология термообработки стали. Отжиг стали.

5. Инструментальные стали и твердые сплавы для режущего инструмента. Состав, маркировка, применение.

6. Пластические массы. Слоистые армированные термореактивные пластики.

7. Задание:

Начертите диаграмму состояния сплавов железа с углеродом. Покажите на ней структуры по всем зонам, а также характерные линии (ликвидус, солидус, критические точки А, Аст). Справа от диаграммы постройте кривую медленного охлаждения от 1600 до 600 ° сплава с заданным содержанием углерода. Опишите превращение, происходящие в заданном сплаве, и охарактеризуйте скорость его охлаждения на каждом участке кривой. Дайте определение всем образующимся по ходу охлаждения структурам.

Содержание углерода 3,0%.

8. Задание:



Укажите назначение, определите температуры нагрева, время прогрева, скорость охлаждения и охлаждающие среды для:

- отжига;
- нормализации;
- закалки;
- отпуска стали.

Из углеродистой стали У8 толщина детали 60 мм.

Ответы должны быть составлены в форме таблицы 1.

Таблица 1

Вид термообработки	Назначение термообработки	Температура нагрева °С	Время нагрева, мин	Охлаждение	
				среда	скорость
Отжиг					
Нормализация					
Закалка на сорбит					
Закалка на тростит					
Низкий отпуск					
Средний отпуск					
Высокий отпуск					

9. Расшифруйте марки и укажите назначение конструкционных материалов. 17PC; 10X14AG15; 10.

10. Подберите марку сплава (материала) для:

- паровой арматуры давлением до 25 атмосфер;
- диска крупной мешалки, работающей в среде фосфорного удобрения;
- поршня, нагреваемого до 250°С;
- менных метчиков;
- пружин амортизатора железнодорожного вагона;
- шатуна автомобильного двигателя;
- заливки ответственных подшипников скольжения;
- печатных плат электронных приборов.

### Вариант 6

1. Производство стали. Мартеновский способ.

2. Кристаллизация металлов. Кривая охлаждения при кристаллизации.

Скорость роста кристаллов.

2.1 Общие сведения о диаграммах состояния двойных сплавов.

3. Испытание металлов на твердость. Определение твердости по Виккерсу.

4. Технология термообработки стали. Закалка стали. Прокаливаемость.

5. Инструментальные стали и твердые сплавы для измерительного инструмента, штамповые стали и сплавы. Состав, маркировка, применение.

6. Пластические массы. Композиционные материалы на полимерной основе.

7. Задание:

Начертите диаграмму состояния сплавов железа с углеродом. Покажите на ней структуры по всем зонам, а также характерные линии (ликвидус, солидус, критические точки А, Аст). Справа от диаграммы постройте кривую медленного

охлаждения от 1600 до 600 ° сплава с заданным содержанием углерода. Опишите превращение, происходящие в заданном сплаве, и охарактеризуйте скорость его охлаждения на каждом участке кривой. Дайте определение всем образующимся по ходу охлаждения структурам.

Содержание углерода 2,5%.

8. Задание:

Укажите назначение, определите температуры нагрева, время прогрева, скорость охлаждения и охлаждающие среды для:

- отжига;
- нормализации;
- закалки;
- отпуска стали.

Из углеродистой стали У7 толщина детали 40 мм.

Ответы должны быть составлены в форме таблицы 1.

Таблица 1

Вид термообработки	Назначение термообработки	Температура нагрева °С	Время нагрева, мин	Охлаждение	
				среда	скорость
Отжиг					
Нормализация					
Закалка на сорбит					
Закалка на тростит					
Низкий отпуск					
Средний отпуск					
Высокий отпуск					

9. Расшифруйте марки и укажите назначение конструкционных материалов. 25ХГСА; 20ХН; Р8М4К8

10. Подберите марку сплава (материала) для:

- коррозионностойкого гребного винта;
- труб арматуры паровых котлов;
- отливки легкой конструкции;
- прошивки в производстве труб, работающей при 700°С;
- пружин, работающих при нагреве до 200°С;
- управляемого азотированием шпинделя быстроходного станка;
- твердосплавного инструмента для штамповки;
- нанесение изоляции на электропривод.

### Вариант 7

1. Производство стали в электропечах, преимущества и недостатки.
2. Методы исследования строения металлов: микро и макроанализ.
  - 2.1 Основные сведения из теории сплавов. Понятие о сплаве, фазе, компоненте, системе.
3. Испытание материалов на удельную вязкость.
4. Термомеханическая обработка стали. Дефекты закалки стали.

5. Антифрикционные материалы. Магнитные стали и сплавы. Состав, маркировка, применение.

6. Термопластичные неполярные пластмассы: полиэтилен, фторопласт, полистирол.

7. Задание:

Начертите диаграмму состояния сплавов железа с углеродом. Покажите на ней структуры по всем зонам, а также характерные линии (ликвидус, солидус, критические точки А, Аст). Справа от диаграммы постройте кривую медленного охлаждения от 1600 до 600 ° сплава с заданным содержанием углерода. Опишите превращение, происходящие в заданном сплаве, и охарактеризуйте скорость его охлаждения на каждом участке кривой. Дайте определение всем образующимся по ходу охлаждения структурам.

Содержание углерода 1,7%.

8. Задание:

Укажите назначение, определите температуры нагрева, время прогрева, скорость охлаждения и охлаждающие среды для:

- отжига;
- нормализации;
- закалки;
- отпуска стали.

Из углеродистой стали 60 толщина детали 20 мм.

Ответы должны быть составлены в форме таблицы 1.

Таблица 1

Вид термообработки	Назначение термообработки	Температура нагрева °С	Время нагрева, мин	Охлаждение	
				среда	скорость
Отжиг					
Нормализация					
Закалка на сорбит					
Закалка на тростит					
Низкий отпуск					
Средний отпуск					
Высокий отпуск					

9. Расшифруйте марки и укажите назначение конструкционных материалов. 08X13; 10Г2С1; 15Х

10. Подберите марку сплава (материала) для:

- изготовления монет;
- высокопрочных коррозионностойких корпусов ракет;
- детали рулевого рычага катера;
- сверла;
- неответственные пружины для детской игрушки;
- сварной рамы шасси автомобиля;
- режущего элемента на сварке для обработки труднообрабатываемых сплавов;
- подшипника скольжения, работающего без смазки в системе рулевого привода автомобиля.

## Вариант 8

1. Способы разливки стали и получения слитков.
2. Пластическая деформация металлов. Упругая и пластическая деформации. Полиморфизм металлов.
  - 2.1 Основные понятия из теории сплавов. Понятие о твердом растворе. Твердые растворы замещения и внедрения.
3. Испытание материалов на твердость. Определение микротвердости образцов.
4. Поверхностная закалка стали.
5. Жаростойкость и жаропрочность. Жаропрочные и жаростойкие стали и сплавы. Состав, маркировка, применение.
6. Термопластичные полярные пластмассы. Поливинилхлорид, полиамиды.
7. Задание:

Начертите диаграмму состояния сплавов железа с углеродом. Покажите на ней структуры по всем зонам, а также характерные линии (ликвидус, солидус, критические точки А, Аст). Справа от диаграммы постройте кривую медленного охлаждения от 1600 до 600 ° сплава с заданным содержанием углерода. Опишите превращения, происходящие в заданном сплаве, и охарактеризуйте скорость его охлаждения на каждом участке кривой. Дайте определение всем образующимся по ходу охлаждения структурам.

Содержание углерода 1,2%.

### 8. Задание:

Укажите назначение, определите температуры нагрева, время прогрева, скорость охлаждения и охлаждающие среды для:

- отжига;
- нормализации;
- закалки;
- отпуска стали.

Из углеродистой стали 50 толщина детали 60 мм.

Ответы должны быть составлены в форме таблицы 1.

Таблица 1

Вид термообработки	Назначение термообработки	Температура нагрева °С	Время нагрева, мин	Охлаждение	
				среда	скорость
Отжиг					
Нормализация					
Закалка на сорбит					
Закалка на тростит					
Низкий отпуск					
Средний отпуск					
Высокий отпуск					

9. Расшифруйте марки и укажите назначение конструкционных материалов. 08КП; 25ХГСА; 60С2Н2А.

10. Подберите марку сплава (материала) для:

- высокопрочной коррозионностойкой и токоведущей пружины авиаприборов;
- болта жаропрочного до 650°C;
- катера водоохлаждаемого легкого спортивного двигателя;
- крупного молотового штампа;
- заднего моста автомобиля;
- распределительного вала автомобиля;
- заливки подшипников скольжения коленвала двигателя автомобиля;
- основы печатной платы ЭВМ.

## Вариант 9

1. Способы повышения качества стали. Раскисление стали.
2. Пластическая деформация металлов. Явление паклена. аллотропия металлов.
- 2.1 Основные сведения из теории сплавов. Понятие о химическом соединении.
3. Испытание материалов на усталость. Определение предела усталости.
4. Химико-термическая обработка стали. Цементация стали.
5. Коррозия стали, коррозионностойкие стали. Легирующие элементы и маркировка стали.
6. Способы изготовления изделий из пластмассы.
7. Задание:

Начертите диаграмму состояния сплавов железа с углеродом. Покажите на ней структуры по всем зонам, а также характерные линии (ликвидус, солидус, критические точки А, Аст). Справа от диаграммы постройте кривую медленного охлаждения от 1600 до 600 ° сплава с заданным содержанием углерода. Опишите превращение, происходящие в заданном сплаве, и охарактеризуйте скорость его охлаждения на каждом участке кривой. Дайте определение всем образующимся по ходу охлаждения структурам.

Содержание углерода 0,8%.

### 8. Задание:

Укажите назначение, определите температуры нагрева, время прогрева, скорость охлаждения и охлаждающие среды для:

- отжига;
- нормализации;
- закалки;
- отпуска стали.

Из углеродистой стали 45 толщина детали 40 мм.

Ответы должны быть составлены в форме таблицы 1.

Таблица 1

Вид термообработки	Назначение термообработки	Температура нагрева °С	Время нагрева, мин	Охлаждение	
				среда	скорость
Отжиг					
Нормализация					
Закалка на сорбит					
Закалка на тростит					

Низкий отпуск					
Средний отпуск					
Высокий отпуск					

9. Расшифруйте марки и укажите назначение конструкционных материалов. 38ХМЮА; 65; 15Х25Т.

10. Подберите марку сплава (материала) для:

- гайкозажимного винта;
- лопаток паровой турбины;
- карбюратора легкового автомобиля;
- шабота ковочного пресса;
- крышки кузова легкового автомобиля;
- заливки под давлением подшипников скольжения в ж/д вагонов;
- легкой, прочной и жесткой антенны космической техники.

Вариант 10

1. Способы подготовки железных руд для плавки чугуна.
2. Методы неразрушающего контроля качества металлов.
- 2.1 Основные сведения из теории сплавов. Понятие о механической смеси.
3. Испытание материалов на растяжение. Диаграмма растяжения. Определение относительного удлинения.
4. Химико-термическая обработка стали. Азотирование и цианирование.
5. Чугуны, их состав, маркировка, применение.
6. Резиновые материалы.
7. Задание:

Начертите диаграмму состояния сплавов железа с углеродом. Покажите на ней структуры по всем зонам, а также характерные линии (ликвидус, солидус, критические точки А, Аст). Справа от диаграммы постройте кривую медленного охлаждения от 1600 до 600 ° сплава с заданным содержанием углерода. Опишите превращения, происходящие в заданном сплаве, и охарактеризуйте скорость его охлаждения на каждом участке кривой. Дайте определение всем образующимся по ходу охлаждения структурам.

Содержание углерода 0,5%.

8. Задание:

Укажите назначение, определите температуры нагрева, время прогрева, скорость охлаждения и охлаждающие среды для:

- отжига;
- нормализации;
- закалки;
- отпуска стали.

Из углеродистой стали 35 толщина детали 20 мм.

Ответы должны быть составлены в форме таблицы 1.

Таблица 1

Вид термообработки	Назначение термообработки	Температура нагрева °С	Время нагрева, мин	Охлаждение	
				среда	скорость
Отжиг					
Нормализация					
Закалка на сорбит					
Закалка на тростит					
Низкий отпуск					
Средний отпуск					
Высокий отпуск					

9. Расшифруйте марки и укажите назначение конструкционных материалов. 07X16H6; 08X13; 14XГС.

10. Подберите марку сплава (материала) для:

- проволоки для газовой плавки металлов;
- сварного листа бака (без термообработки), устойчивого в агрессивных средах;
- станины настольной швейной машины;
- наконечника пневмозубила;
- поршневых колец автомобильных двигателей;
- изготовления на токарном автомате крепежных элементов;
- режущего элемента на резец для листовой обработки отбеленного чугуна;
- изготовления методом контактного формирования корпуса.

### 3 ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Тема 2.1 Измерение твердости способом Бринелля.  
Измерение твердости способом Роквелла.
2. Тема 4.1 Микроанализ железоуглеродистых сплавов.
3. Тема 5.2 Проведение отжига, нормализации и закалки стали.
4. Тема 8.1 Микроанализ чугунов. Микроанализ сталей после закалки.

#### 4 ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Исходные материалы для производства чугуна.
- 2 Производство чугуна. Доменный процесс.
- 3 Производство стали. Способы выплавки стали.
- 4 Кристаллическое строение металлов.
- 5 Основные механические свойства металлов.
- 6 Механические испытания металлов.
- 7 Методы анализа металлов.
- 8 Основные сведения из теории сплавов.
- 9 Диаграмма состояния сплавов механических смесей.
- 10 Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов друг в друге.
- 11 Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов.
- 12 Диаграмма состояния Fe – FeC.
- 13 Основные положения теории термической обработки металлов.
- 14 Отжиг и нормализация.
- 15 Закалка и отпуск.
- 16 Цементация и азотирование.
- 17 Нитроцементация и цианирование.
- 18 Структура и свойства углеродистой стали.
- 19 Классификация и маркировка углеродистой стали.
- 20 Область применения углеродистой стали.
- 21 Классификация легированной стали.
- 22 Маркировка легированной стали.
- 23 Область применения легированных сталей.
- 24 Структура белого и серого чугуна.
- 25 Классификация и область применения чугунов.
- 26 Алюминий и его сплавы.
- 27 Медь и ее сплавы.
- 28 Титан, магний и их сплавы.
- 29 Антифрикционные сплавы.
- 30 Резина и изделия из нее.
- 31 Пластмассы в машиностроении.
- 32 Материалы со специальными свойствами.
- 33 Инструментальные стали.
- 34 Твердые сплавы.
- 35 Композиционные материалы.
- 36 Коррозия металлов и меры борьбы с ней.
- 37 Формовочные материалы литейного производства.
- 38 Модели и стержневые ящики.
- 39 Изготовление литейной формы.
- 40 Литье в кокиль.
- 41 Литье под давлением.
- 42 Литье по выплавляемым моделям.



- 43 Основные понятия ОМД.
- 44 Нагревательные устройства.
- 45 Прокатное производство.
- 46 Волочение.
- 47 Прессование.
- 48 Свободная ковка.
- 49 Горячая штамповка.
- 50 Холодная штамповка.
- 51 Основы сварочного производства.
- 52 Электродуговая сварка.
- 53 Газовая сварка.
- 54 Контактная сварка.
- 55 Электрошлаковая сварка.
- 56 Плазменная сварка и резка.
- 57 Сварка в среде защитных газов.
- 58 Токарная обработка.
- 59 Фрезерная обработка.
- 60 Сверление.
- 61 Долбежная обработка.
- 62 Шлифование.
- 63 Электрические методы обработки металлов.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гириров, Р.И. Краткий справочник конструктора. / Р.И. Гириров. // Л.: Машиностроение, 2008г.
- 2 Готовцев, А.А. и др. Справочник металлиста. Том 2. / А.А. Готовцев. // М.: Машиностроение, 2010г.
- 3 Кузьмин, Б.А. и др. Технология металлов и конструкционные материалы. / Б.А. Кузьмин. М.: Машиностроение, 2004г.
- 4 Никифоров, В.Н. Технология металлов и конструкционные материалы. / В.Н. Никифоров. М.: Машиностроение, 2006.
- 5 Марочник сталей и сплавов. М.: Машиностроение, 2010г.

Приложение 2

